

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas

Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico

## **IMPLEMENTACION DE UN EMULADOR DE UN PATIO DE PRUEBAS PARA EL MONTAJE DE LUMINARIAS EN ALUMBRADO PUBLICO, EN EL EDIFICIO DE LA CARRERA DE ELECTRICIDAD**

Trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniero en Mantenimiento  
Eléctrico

Autor:

Dayana Alejandra Flores Narváez

Director:

MSc. Jhonny Javier Barzola Iza

Ibarra – Ecuador

2021



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1751417211		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Flores Narváez Dayana Alejandra		
DIRECCIÓN:	Ibarra		
EMAIL:	<a href="mailto:dafloresn@utn.edu.ec">dafloresn@utn.edu.ec</a>		
TELÉFONO FIJO:	2823355	TELÉFONO MÓVIL:	0959719616

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	IMPLEMENTACIÓN DE UN EMULADOR DE UN PATIO DE PRUEBAS PARA EL MONTAJE DE LUMINARIAS DE ALUMBRADO PÚBLICO, EN EL EDIFICIO DE LA CARRERA DE ELECTRICIDAD
AUTOR (ES):	Flores Narváez Dayana Alejandra
FECHA: DD/MM/AAAA	04/10/2021
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Barzola Iza Jhonny Javier MSc.

## 2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 4 días del mes de octubre del 2021

**EL AUTOR:**



Nombre: Flores Narváez Dayana Alejandra

C.C: 175141721-1



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

## CONSTANCIA DE APROBACIÓN DEL TUTOR

Ing. Jhonny Javier Barzola Iza MSc.

### CERTIFICA

Que después de haber examinado el presente trabajo de investigación elaborado por la señorita estudiante: Dayana Alejandra Flores Narváez, certifico que ha cumplido con las normas establecidas en la elaboración del trabajo de investigación titulado: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN EMULADOR DE UN PATIO DE PRUEBAS PARA EL MONTAJE DE LUMINARIAS DE ALUMBRADO PÚBLICO, EN EL EDIFICIO DE LA CARRERA DE ELECTRICIDAD”**.

Para la obtención del título de ingeniera en Mantenimiento Eléctrico, aprobado la defensa, impresión y empastado.

En la ciudad de Ibarra, a los 30 días del mes de septiembre del 2021

Lo certifico:

Ing. Jhonny Javier Barzola Iza MSc.

**DIRECTOR DE TESIS**

## **Dedicatoria**

*“Para tener éxito tu deseo de alcanzarlo debe ser mayor que tu miedo al fracaso”*

**Bill Cosby**

Dedico este gran esfuerzo a mi madre Luz Flores, a mis abuelitos Julio Flores y Laura Narváez, ya que son mi mayor motor para salir adelante y el gran amor de mi vida. Ya que gracias a ellos estoy logrando mi sueño de terminar mis estudios universitarios.

A mis hermanos Fernanda Manosalvas y Xavier Flores por su amor y comprensión para brindarme su apoyo incondicional y sus sabios consejos.

A todos mis tíos por su granito de arena que cada uno apporto para hacer posible el deseo de cumplir mis metas.

**Dayana Flores**

## **Agradecimiento**

Primeramente, doy gracias a Dios por haberme ayudado a llegar hasta donde estoy hoy en día, le agradezco infinitamente por tantas bendiciones que me ha traído en mi vida, principalmente por darme salud y fuerzas para siempre luchar y salir de cualquier obstáculo que se me ha presentado a lo largo de mi camino. Gracias por su guía para poder cumplir mis metas y sueños.

Agradezco con todo mi corazón a mis padres Luz Flores y Jorge Manosalvas por su ayuda y fortaleza para poder seguir culminando mis estudios, en especial a mi madre que más que una madre es una amiga incondicional que siempre ha estado ahí para mi apoyándome en buenas y malas.

A mis abuelitos Julio Flores y Laura Narváez por ser una bendición en mi vida con los cuales me forme desde niña y me enseñaron a ser la persona que soy hoy en día.

A mis hermanos Fernanda Manosalvas y Xavier Flores por ser mi principal apoyo en todo lo que he necesitado tanto en mis estudios como en mi vida personal.

A Bryan Hernández por ser esa persona tan especial en mi vida y la que me ha brindado todo su amor y apoyo y me ha dado las fuerzas para siempre seguir adelante.

A mi mejor amigo Marco Chasiguano por ser un increíble amigo durante todo el transcurso de mi carrera el que siempre me brindo su mano, más que mi amigo mi hermano.

Y agradezco a mi tutor Jhonny Barzola y docentes que me han brindado todos los conocimientos para poder terminar con mucha alegría esta meta más en vida.

## Índice de contenidos

Índice de Figuras.....	XI
Índice de cuadros.....	XIII
Resumen.....	XIV
Abstract .....	XV
Introducción.....	XVII
Planteamiento del problema.....	XIX
Problema de investigación .....	XX
Objetivos.....	XX
Objetivo general .....	XX
Objetivos Específicos .....	XX
Justificación .....	XXI
Alcance .....	XXI
CAPÍTULO I.....	1
1.    Analizar las características, normativas y estándares utilizados en el medio para el montaje de luminarias de alumbrado público .....	1
1.1.    Redes de distribución eléctrica.....	1
1.1.1.    Definición de Sistema Eléctrico.....	2
1.1.2.    Topologías de las redes de baja tensión .....	3
1.1.3.    Redes de distribución aérea en baja tensión .....	3
1.1.4.    Voltajes de servicio .....	4
1.2.    Alumbrado público en redes de distribución .....	5
1.2.1.    Definición .....	5
1.2.2.    Espacios públicos que contengan alumbrado público en redes de distribución.....	6
1.2.3.    Materiales que conforman el alumbrado público.....	7
1.2.4.    Tipos de lámparas para alumbrado Público .....	8
1.2.4.1.    Lámpara de vapor de mercurio .....	8
1.2.4.2.    Lámpara de sodio.....	10
1.2.4.3.    Luminaria led.....	11
1.2.5.    Simbología.....	12
1.2.5.1.    Simbología de postes en redes de distribución .....	12
1.2.5.2.    Simbología de tensores.....	12
1.2.5.3.    Simbología de Alumbrado Público.....	13
1.2.5.4.    Simbología de Alumbrado Público Ornamental.....	14

<b>1.3. Tipos de estructuras para alumbrado Público .....</b>	<b>14</b>
1.3.1. Brazos de un doblez .....	14
1.3.2. Brazo de dos dobleces .....	15
<b>1.4. Montaje de luminarias de alumbrado público .....</b>	<b>17</b>
1.4.1. Montaje de luminaria en poste con red aérea desnuda .....	17
1.4.2. Montaje de luminaria en poste con red aérea preensamblada .....	18
1.4.3. Montaje de luminaria en poste con red subterránea.....	19
1.4.4. Montaje de luminaria en fachada con red aérea preensamblada.....	20
1.4.5. Montaje de luminaria en fachada con red subterránea .....	21
<b>1.5. Seguridad en el montaje de luminarias .....</b>	<b>22</b>
1.5.1. Procedimientos para el montaje de luminarias .....	22
1.5.1.1. Las 5 reglas de oro.....	22
1.5.1.2. Montaje de luminarias.....	22
1.5.1.3. Equipos de protección personal .....	23
1.5.1.4. Herramientas necesarias para el montaje .....	27
<b>CAPITULO II .....</b>	<b>30</b>
<b>2. Emular un patio de pruebas para el montaje de luminarias de alumbrado público .....</b>	<b>30</b>
2.1. Introducción.....	30
2.2. Ubicación física .....	30
2.3. Análisis del diseño del patio de pruebas .....	31
2.4. Implementación del patio de pruebas.....	32
2.4.1. Identificación del lugar de ubicación del patio de pruebas fuera de las instalaciones de CIELE.....	32
2.4.2. Adecuar el lugar de trabajo .....	32
2.4.3. Realizar las respectivas excavaciones para la colocación de los postes.....	33
2.4.4. Trasladar los postes hacia el patio de pruebas y colocación en sus respectivos huecos. ....	34
2.4.5. Toma de medidas y excavación de la zanja para el cerramiento del patio .....	35
2.4.6. Realizar la cimentación para el muro y fijación de los tubos de acero galvanizado.....	35
2.4.7. Soldar la malla sobre los tubos .....	36
2.4.8. Esterilización del terreno del patio de pruebas.....	37
2.4.9. Distribución de la piedra (chispa) en el patio de pruebas.....	37
2.4.10. Pintar el patio de pruebas .....	38
2.4.11. Selección de luminarias led y de sodio.....	39
2.4.12. Luminaria Led- VentraLM de 90W .....	39



2.4.13. Luminaria Led- VICTORIA de 50W .....	40
2.4.14. Luminaria de sodio de 150W .....	42
2.4.15. Estructuras.....	43
<b>2.4.16. Software DIALux.....</b>	<b>44</b>
<b>2.5. Propuesta para la elaboración de un manual de procedimientos .....</b>	<b>45</b>
<b>Capitulo III .....</b>	<b>47</b>
<b>3. Elaborar un manual de procedimientos y normas de seguridad para el montaje de luminarias de alumbrado público .....</b>	<b>47</b>
<b>3.1. Introducción.....</b>	<b>47</b>
<b>3.2. Procedimientos para el montaje de luminaria tipo Led con estructura recta con doble abrazadera de 90W.....</b>	<b>47</b>
3.2.1. Reglas de oro en trabajos sin voltaje .....	47
3.2.2. Equipos de protección individuales.....	47
3.2.3. Accesorios y herramientas de trabajo.....	48
3.2.4. Requerimientos de seguridad previos a la ejecución del trabajo .....	48
3.2.5. Procedimiento en ejecución .....	48
3.2.6. Tiempos empleados durante el montaje de la luminaria tipo Led de 90W.....	54
<b>3.3. Procedimientos para el montaje de luminaria tipo Led con estructura de un doblez con un ángulo de inclinación de 15° con doble abrazadera de 50W .....</b>	<b>55</b>
3.3.1. Reglas de oro en trabajos sin voltaje .....	55
3.3.2. Equipos de protección individuales.....	55
3.3.3. Accesorios y herramientas de trabajo.....	56
3.3.4. Requerimientos de seguridad previos a la ejecución del trabajo .....	56
3.3.5. Procedimiento en ejecución .....	56
3.3.6. Tiempos empleados durante el montaje de la luminaria tipo Led de 50W.....	61
<b>3.4. Procedimientos para el montaje de luminaria de Sodio con estructura de un doblez con ángulo de inclinación de 15° con base de tol de 150W.....</b>	<b>62</b>
3.4.1. Reglas de oro en trabajos sin voltaje .....	62
3.4.2. Equipos de protección individuales.....	63
3.4.3. Accesorios y herramientas de trabajo.....	63
3.4.4. Requerimientos de seguridad previos a la ejecución del trabajo .....	63
3.4.5. Procedimiento en ejecución .....	63
3.4.6. Tiempos empleados durante el montaje de la luminaria de Sodio de 150W ..	69
<b>3.5. Uso del luxómetro .....</b>	<b>70</b>
3.5.1. Flujo luminoso .....	70
3.5.2. Iluminación o Iluminancia .....	70
3.5.3. Intensidad Luminosa .....	72

3.5.4.	Luminancia .....	72
3.5.5.	Iluminación en carreteras .....	72
3.5.6.	Forma correcta del uso del Luxómetro .....	73
3.5.7.	<b>Simulación del patio de pruebas en el software DIALux .....</b>	<b>74</b>
3.6.	<b>Manual de procedimientos y normas de seguridad para el montaje de luminarias de alumbrado público .....</b>	<b>76</b>
	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>77</b>
	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>77</b>
	Referencias .....	79
	<b>Anexos .....</b>	<b>85</b>
	<b>ANEXO 1: Explicación del proceso que se llevara a cabo .....</b>	<b>85</b>
	<b>ANEXO 2: Reglas de oro en trabajos sin voltaje .....</b>	<b>85</b>
	<b>ANEXO 3: Equipos de protección individuales.....</b>	<b>85</b>
	<b>ANEXO 4: Accesorios y herramientas de trabajo.....</b>	<b>85</b>
	<b>ANEXO 5: Requerimientos de seguridad previos a la ejecución del trabajo .....</b>	<b>86</b>
	<b>ANEXO 6: Listado de materiales usados para el montaje de luminarias .....</b>	<b>86</b>
	<b>ANEXO 7: Materiales para montaje de luminaria tipo Led de 90W .....</b>	<b>86</b>
	<b>ANEXO 8: Tabla 2. Materiales para el montaje de luminaria tipo Led de 50W .....</b>	<b>87</b>
	<b>ANEXO 9: Tabla 3. Materiales para el montaje de luminaria de sodio de 150W.....</b>	<b>88</b>
	<b>ANEXO 10: Procedimientos de montajes en ejecución .....</b>	<b>88</b>
	<b>ANEXO 11: Procedimientos para montaje de luminaria tipo Led de 90W, con estructura recta.....</b>	<b>88</b>
	<b>ANEXO 12: Procedimientos para montaje de luminaria tipo Led de 50W, con estructura de un doblez.....</b>	<b>91</b>
	<b>ANEXO 13: Procedimientos para montaje de luminaria de sodio de 150W, con estructura de un doblez con base de tol.....</b>	<b>92</b>
	<b>ANEXO 14: Vista en 2D del patio de patio .....</b>	<b>94</b>
	<b>ANEXO 15: Vista en 3D del patio de pruebas .....</b>	<b>95</b>
	<b>ANEXO 16: Cálculo de la superficie iluminada del patio de pruebas .....</b>	<b>96</b>
	<b>ANEXO 17: Listado de luminarias usadas en DIALux .....</b>	<b>96</b>
	<b>ANEXO 18: Ficha técnica de luminaria tipo Led de 90W usada en la simulación .....</b>	<b>97</b>
	<b>ANEXO 19: Ficha técnica de luminaria tipo Led de 50W usada en la simulación.....</b>	<b>97</b>
	<b>ANEXO 20: Ficha técnica de luminaria de sodio de 150W usada en la simulación .....</b>	<b>98</b>
	<b>ANEXO 21: Plano de situación de luminarias.....</b>	<b>99</b>
	<b>ANEXO 22: Superficie de cálculo 1 de iluminación perpendicular adaptativa .....</b>	<b>99</b>
	<b>ANEXO 23: Superficie de cálculo 1 de iluminación perpendicular .....</b>	<b>100</b>
	<b>ANEXO 25: Superficie de cálculo 1 de la intensidad luminosa vertical .....</b>	<b>102</b>

<b>ANEXO 26: Superficie de cálculo de luminaria tipo led de 50w individual .....</b>	<b>102</b>
<b>ANEXO 27: Superficie de cálculo de luminaria de sodio de 150w individual .....</b>	<b>103</b>
<b>ANEXO 28: Superficie de cálculo de luminaria tipo led de 90w individual .....</b>	<b>103</b>

## Índice de Figuras

Fig. 1 Etapas del Sistema Eléctrico .....	1
Fig. 2 Subestación de transformación .....	3
Fig. 3 Redes aéreas de distribución .....	4
Fig. 4 Alumbrado público en redes de distribución .....	6
Fig. 5 Lámpara fluorescente .....	9
Fig. 6 Lámpara de mercurio a alta presión .....	10
Fig. 7 Lámpara de sodio a baja presión .....	10
Fig. 8 Lámpara de sodio alta presión .....	11
Fig. 9 Luminaria led .....	11
Fig. 10 Brazo de un doblez 15° .....	15
Fig. 11 Brazo de dos dobleces 0° .....	15
Fig. 12 Brazo de luminaria tipo C .....	16
Fig. 13 Brazo de luminaria tipo D .....	16
Fig. 14 Brazo de luminaria tipo E .....	17
Fig. 15 Montaje de luminaria red aérea desnuda .....	18
Fig. 16 Montaje de luminaria en red aérea preensamblada .....	19
Fig. 17 Montaje de luminaria en red subterránea .....	20
Fig. 18 Montaje de luminaria en red preensamblada .....	21
Fig. 19 Montaje de luminaria con red subterránea .....	22
Fig. 20 Zapatos dieléctricos .....	24
Fig. 21 Guantes aislantes .....	24
Fig. 22 Lentes de seguridad .....	25
Fig. 23 Ropa de trabajo en electricidad .....	25
Fig. 24 Casco dieléctrico .....	26
Fig. 25 Careta facial .....	26
Fig. 26 Arnés de seguridad .....	27
Fig. 27 Chalecos reflectivos .....	27
Fig. 28 Camión de grúa .....	28
Fig. 29 Destornillador .....	28
Fig. 30 Cuchilla de electricista .....	29
Fig. 31 Taladro .....	29
Fig. 32 Ubicación física del patio de pruebas .....	31
Fig. 33 Diseño del patio de pruebas .....	31
Fig. 34 Identificación de la ubicación del patio de pruebas .....	32
Fig. 35 Adecuación del lugar de trabajo .....	33
Fig. 36 Excavaciones para colorar los postes .....	34
Fig. 37 Traslado de los postes al patio de pruebas y colocación en sus respectivos huecos .....	34
Fig. 38 Toma de medidas y excavación de la zanja .....	35

Fig. 39 Cimentación para el muro y fijación de los tubos.....	36
Fig. 40 Fijación de la malla a los tubos.....	36
Fig. 41 Esterilización del terreno del patio de pruebas.....	37
Fig. 42 Distribución de la chispa en el patio.....	38
Fig. 43 Recubrimiento del patio de pruebas con pintura anticorrosiva.....	38
Fig. 44 Luminaria Led- <i>VentraLM</i> de 90W.....	39
Fig. 45 Dimensiones de la luminaria Led- <i>VentraLM</i> de 90W .....	40
Fig. 46 Luminaria Led- <i>VICTORIA</i> de 50W .....	41
Fig. 47 Dimensiones de luminaria Led- <i>VICTORIA</i> de 90W.....	42
Fig. 48 Luminaria de vapor de sodio de baja presión.....	42
Fig. 49 Brazo de un dobléz con un ángulo de inclinación de 15° con base de tol.....	43
Fig. 50 Brazo de un dobléz con un ángulo de inclinación de 15° con doble abrazadera .....	44
Fig. 51 Brazo recto con doble abrazadera .....	44
Fig. 52 Resultado del patio de pruebas para el montaje de luminarias de alumbrado público .....	46
Fig. 53 Materiales empleados previos al montaje.....	49
Fig. 54 Herramientas usadas tanto en el montaje y energización de la luminaria.....	49
Fig. 55 Luminaria Led de 90W armada con todos sus accesorios.....	50
Fig. 56 Técnico sube hasta la altura donde se instalará la luminaria .....	50
Fig. 57 Sujetar el brazo de la luminaria a un cabo de servicio para subir la luminaria hasta la altura de montaje.....	51
Fig. 58 Instalar la luminaria en el poste .....	52
Fig. 59 Instalando la luminaria de una forma correcta dependiendo del diseño .....	52
Fig. 60 Proceso de energización de la luminaria.....	53
Fig. 61 Pruebas de funcionamiento de luminaria led de 90W.....	54
Fig. 62 Verificación del funcionamiento de la luminaria, tapando la fotocélula con cualquier objeto que la cubra por completo .....	54
Fig. 63 Materiales empleados durante el montaje de la luminaria led de 50W .....	57
Fig. 64 Herramientas usadas tanto para el montaje y energización de la luminaria .....	57
Fig. 65 Luminaria led de 50W armada con todos los accesorios .....	58
Fig. 66 Técnico sube hasta la altura donde se montará la luminaria.....	58
Fig. 67 Sujetar el brazo de la luminaria a un cabo de servicio.....	59
Fig. 68 Instalación de la luminaria led de 50w al poste con ayuda de herramienta adecuada .....	59
Fig. 69 instalando la luminaria de una forma adecuado dependiendo del diseño .....	60
Fig. 70 Energización de la luminaria led de 50w .....	61
Fig. 71 Pruebas de funcionamiento de la luminaria.....	61
Fig. 72 Materiales usados durante el montaje de la luminaria de sodio de 150W .....	64
Fig. 73 Herramientas empleadas durante el montaje y energización de la luminaria... ..	64
Fig. 74 Luminaria de sodio de 150w armada con todos los accesorios correspondientes .....	65
Fig. 75 Subiendo al poste a la altura adecuada de montaje con todos los equipos de protección personal.....	65
Fig. 76 Subir la luminaria hacia la altura de montaje con la ayuda de una cuerda sujeta al brazo.....	66
Fig. 77 Instalando la luminaria de sodio de 150w hacia el poste usando las llaves adecuadas .....	67

Fig. 78 Instalando la luminaria de una forma correcta y dependiendo del plano de diseño .....	67
Fig. 79 Instalación de la luminaria de sodio de 150w a 220V .....	68
Fig. 80 Activar el selector de la luminaria para poder comprobar el buen funcionamiento de la misma .....	68
Fig. 81 Comprobando el buen funcionamiento de la luminaria, tapando la fotocélula..	69
Fig. 82 Flujo luminoso.....	70
Fig. 83 Iluminación .....	71
Fig. 84 Luxómetro.....	71
Fig. 85 Intensidad luminosa .....	72
Fig. 86 Iluminancia .....	72
Fig. 87 Forma de ubicación correcta del Luxómetro.....	74
Fig.88 Luminarias usadas en la simulación del patio de pruebas .....	75
Fig.89 Simulación del patio de pruebas.....	75

## Índice de cuadros

Tabla 1. Rangos de voltajes en Ecuador.....	5
Tabla 2. Simbología de postes.....	12
Tabla 3. Simbología de tensores .....	13
Tabla 4. Simbología de alumbrado público .....	13
Tabla 5.Simbología de alumbrado público ornamental .....	14
Tabla 6. Materiales necesarios para el montaje de luminaria en poste con red aérea desnuda .....	17
Tabla 7. Materiales necesarios para el montaje de luminaria en poste con red aérea preensamblada .....	18
Tabla 8. Materiales necesarios para el montaje de luminaria en poste con red subterránea .....	19
Tabla 9. Materiales necesarios para montaje de luminaria aérea preensamblada .....	20
Tabla 10. materiales necesarios para montaje de luminaria en fachada con red subterránea .....	21
Tabla 11. Proceso de montaje de luminarias.....	23
Tabla 12. Características técnicas de luminaria Led de 90w .....	40
Tabla 13. Dimensiones de la luminaria Led- <i>VentraLM</i> de 90W.....	40
Tabla 14. Características técnicas de luminaria Led de 50w .....	41
Tabla 15. Dimensiones de luminaria Led- LEDVANCE de 90W.....	41
Tabla 16. Características técnicas de Luminaria de sodio de 150w .....	43
Tabla 17. Niveles mínimos de iluminación de ciertas áreas de trabajo o tránsito .....	71
Tabla 18. Niveles de iluminación que deben poseer ciertos lugares de tránsito dependiendo de su color de revestimiento.....	73

## **Resumen**

El presente trabajo de investigación consiste en la implementación de un emulador de un patio de pruebas para el montaje de luminarias de alumbrado público, este se encuentra ubicado en la ciudad de Ibarra, en las instalaciones del edificio de la Carrera de Ingeniería Eléctrica, en la Universidad Técnica del Norte. Este patio servirá para el montaje y desmontaje de luminaria de alumbrado público.

Este proyecto ha sido desarrollado con el fin de conocer como es el procedimiento para llevar a cabo el montaje de las luminarias de alumbrado público, logrando así este sea un beneficio para que los estudiantes puedan adaptarse y conocer el manejo de los diferentes materiales, como, estructuras, luminarias, fotocélulas, abrazaderas, pernos, entre otros, también para que puedan realizar prácticas con respecto a la temática reforzando la parte teoría aprendida dentro de las aulas de clase.

En cuanto a los objetivos planeados, como objetivo principal se tiene el implementar un emulador de un patio de pruebas para el montaje de luminarias de alumbrado público, para la mejora de tiempos y calidad para el montaje, mediante la aplicación de un manual de procedimientos en el edificio de la carrera de Electricidad. Para poder cumplir con la finalidad de este objetivo general se realizó un análisis que menciona lo siguiente; analizar las características, normativas y estándares utilizados en el medio para el montaje de luminarias de alumbrado público, seguidamente realizar la emulación de un patio de pruebas para el montaje de luminarias de alumbrado público, como punto final elaborar un manual de procedimientos y normas de seguridad para el montaje de luminarias de alumbrado público.

Para la realización de este trabajo se empleó una investigación de tipo aplicada llevando así a usar una metodología deductiva en donde se relata los procedimientos, normas, materiales, equipos que se usan para el proceso del montaje de luminarias.

Como resultado se tiene el montaje adecuado de las luminarias, siguiendo estrictamente los procesos y normas descritos en el manual.

Como conclusión final de este trabajo se puede decir que hay que basarse en las normas escritas por entidades eléctricas para la construcción de lugares con fines eléctricos, de igual manera para realizar el montaje de las luminarias, logrando siempre hacerlo de una forma correcta y segura precautelando la seguridad personal.

**Palabras clave:** montaje de luminarias, manual de procedimientos, tipos de lámparas para alumbrado público, seguridad en el montaje de luminarias, equipos de protección personal, tipos de estructuras en alumbrado público.

## **Abstract**

The present research work consists of the implementation of an emulator of a test yard for the assembly of public lighting fixtures, this is located in Ibarra, in the facilities of the building of the Electrical Engineering Department, at “Universidad Técnica del Norte”. This yard will be used for the assembly and disassembly of public lighting fixtures.

This project has been developed with the purpose of knowing how is the procedure to carry out the assembly of public lighting luminaries, thus making this a benefit for students to adapt and learn the handling of different materials, such as structures, luminaries, photocells, clamps, bolts, among others, also so they can perform practices with respect to the subject reinforcing the theoretical part learned in the classroom.

As for the planned objectives, the main objective is to implement an emulator of a test yard for the assembly of public lighting fixtures, to improve time and quality for the assembly, through the application of a procedures manual in the building of the Electricity major. In order to fulfill the purpose of this general objective, an analysis was carried out which mentions the following: to analyze the characteristics, regulations and standards used in the environment for the assembly of public lighting luminaires, then to emulate a test yard for the assembly of public lighting luminaires, and finally to prepare a manual of procedures and safety standards for the assembly of public lighting luminaires.

For the realization of this work, an applied research was used, thus using a deductive methodology where the procedures, norms, materials, and equipment used for the assembly process of luminaries are described.

The result is the proper assembly of the luminaires, strictly following the processes and standards described in the manual.

As a final conclusion of this work it can be said that, it is necessary to rely on the standards written by electrical entities for the construction of places with electrical

purposes, in the same way to perform the assembly of luminaires, always doing it in a correct and safe way, taking care of personal safety.

**Keywords:** luminaire assembly, procedures manual, types of lamps for public lighting, safety in luminaire assembly, personal protective equipment, types of structures in public lighting.



## Introducción

La iluminación es una parte esencial en el desarrollo de la sociedad, la seguridad y comodidad de la población en general, siendo distribuida con los niveles requeridos para una correcta actividad visual, que al ser empleada de una forma eficiente y racional contribuirá para generar la garantía de una correcta iluminación del tránsito de los peatones, de igual manera el de vehículos en las vías y espacios públicos. (Ministerio de Minas y Energía , 2010)

Para el montaje de las luminarias se debe tomar en cuenta algunas normas para precautelar la seguridad del personal al momento de realizar la instalación. Por ejemplo, según las normas internacionales de seguridad en riesgos eléctricos de Italia, dice que los trabajadores que se dedican a realizar instalaciones con equipos que fueron distribuidos por el empleador y los cuales trabajen en lugares en donde se encuentran presentes los sistemas eléctricos, en este caso, la seguridad eléctrica dependerá únicamente de la seguridad de los sistemas eléctricos y del correcto uso que se le den a los mismos. (Maialetti, 2017). Para una mejor seguridad en trabajos eléctricos es pertinente seguir una topología de diferentes acciones que se pueden implementar para reducir en una gran cantidad los accidentes por causas eléctricas, estas acciones pueden ser, la sustitución de equipos, material o energía menos peligrosa de manipular; controles de ingeniería que dependen del diseños de las instalaciones eléctricas, por ejemplo un circuito de falla a tierra; advertencias, que pueden ser temporales o permanentes como son las etiquetas, letreros, luces, etc.; controles administrativos, los cuales pueden integrar capacitaciones del personal, programas de mantenimiento, etc. ; equipos de protección personal, aunque esta es una de las medidas más convenientes es la menor eficaz ya que no existe en la mayoría de casos un buen control administrativo. (H, 2015)

Un gran porcentaje de accidentes eléctricos entre el 2002 al 2011 ocurridos en países como Japón, se da por las descargas eléctricas producidas mediante el contacto de partes del cuerpo humano. El 81% de accidentes eléctricos fatales por descargas eléctricas se originan en empresas en donde el tamaño sea inferior a 50 trabajadores, debido a que no existe un supervisor de seguridad permanente ya que no es obligatorio contratarlo para empresas pequeñas, este estudio resulto mediante la utilización de datos por parte del MHLW (Ministerio de Sanidad, Trabajo y Bienestar de Japón). El 58% de accidentes mortales se producen por contacto de manos hacia herramientas u objetos energizados. Un total de 7569 trabajadores murieron por descargas eléctricas

entre los años 1959 a 2011 en Japón, se estima que en un futuro puede llegar a un total de 8000 muertes debido a esta causa. (Norimitsu, 2016). Así también en México en el año 2010 según Inegi (Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía) hubo alrededor de 541 muertes causadas por contacto con líneas eléctricas de distribución, mediante el uso de materiales eléctricos de conductividad. (Castillo, 2017)

Para precautelar la seguridad del personal encargado de realizar el proceso de montaje de luminarias es necesario seguir una serie de procedimientos tales como; cumplir a cabalidad con las 5 reglas de oro, tener equipos de protección colectiva (conos de seguridad, detector de voltaje para uso con pértiga, etc.), disponer de EPP; una organización previa; delimitación del sitio de trabajo; realizar tareas de coordinación y verificación. Una vez ejecutado toda esta serie de procesos se iniciará con el proceso de montaje de luminarias. (CNEL, 2018)

En Ecuador durante el año 2013 a 2018 se han registrado un total de 36 casos por causa de accidentes eléctricos según la Subdirección de Seguro General de Riesgos del Trabajo de Pichincha. En donde la mayoría de afectados son el género masculino con un 97,2%, el lugar de acontecimiento de los accidentes es el mismo de trabajo, teniendo en cuenta que el 11% de accidentes se presentan en personas con edad de 26 a 45 años. La tasa de fatalidad es de 25%, lo cual son cantidades altas. (Laverde, 2019)

El servicio que ofrece el alumbrado en una red de distribución es brindar confiabilidad, la instalación debe funcionar de manera correcta, no deberá presentar fallas. También debe ser independiente, conectado directamente a líneas de distribución primaria de media tensión. El mantenimiento se considerará como no especializado, así permitirá que de una forma más fácil remplazar los equipos dañados. (Colegio de Ingenieros Mecánicos y Electricistas, AC, 2014)

El alumbrado emplea algunos materiales y especificaciones técnicas para el tipo de montaje de luminaria, como por ejemplo postes, en este se mencionara el tipo de red al cual estará instalado, luminaria (cerrada o abierta) la cual puede ser de mercurio, sodio de alta presión o led, cada una estará disponible en diferentes potencias, así también la forma en la cual será controlada. (Ministerio de Electricidad y Energia Renovable; SIGDE(Sistema Interconectado para la Gestión de la Distribución Eléctrica) , 2011)

Existen algunos criterios que se debe tener en cuenta a la hora de realizar un proyecto de iluminación para vías: luminancia promedio de la superficie de la vía, grado de deslumbramiento, uniformidad del patrón de luminancia, guías ópticas y visuales. El alumbrado de igual manera debe cumplir con algunos requerimientos eléctricos: alto factor de potencia, sistemas de alta eficiencia, sistema de protección adecuado, regulación de corriente. (Acuña, Impacto del Alumbrado Público con LEDs en la Red de Distribución, 2011)

Según un análisis realizado por parte del Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos (MICSE), en Ecuador el alumbrado en redes de distribución ocupa un lugar significativo en el consumo de energía eléctrica, el consumo energético del alumbrado constituye el 6% de la demanda máxima del Sistema Nacional Interconectado, este asegura la necesidad de emplear nuevas tecnologías de eficiencia energética. En Ecuador el tipo de luminaria más usada es la de sodio de alta presión, ya que brinda un buen beneficio luminoso y posee una larga vida útil. Existen algunos tipos de luminarias que también son usadas comúnmente las cuales son: mercurio de alta presión, metal halide, luz mixta, led (luz cálida y luz blanca fría). (Mayaguari Franklin, 2017)

Es por esto que se realizará la implementación de un patio de pruebas en la carrera de Electricidad sobre el montaje de luminaria de alumbrado público, también se elaborará un manual de procedimientos que sirva como guía para realizar este tipo de trabajo.

## **Planteamiento del problema**

Con base a análisis realizados por parte del Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos (MICSE), el alumbrado público ocupa un 6% de consumo de energía de la demanda máxima del Sistema Nacional Interconectado, lo cual es un gran porcentaje lo que este representa. Debido a que la iluminación es una herramienta clave para el desarrollo de la sociedad ya que brinda muchos beneficios tanto para la comodidad de las personas, el tránsito vehicular, entre otras.

Según la Subdirección de Seguro General de Riesgos del Trabajo de Pichincha, dentro del área eléctrica, se ha determinado un número de 36 casos de accidentes

por causa de diversos factores como son la falta de organización por parte del personal a cargo de las instalaciones, uso inadecuado de las herramientas de trabajo, falta de uso de equipos de protección personal, entre otros.

En el montaje de luminarias ocurren de igual manera accidentes por las causas ya mencionadas, debido a la inexistencia de conocimientos sobre procedimientos que permita llevar a cabo el montaje de una manera correcta y siguiendo las debidas normas de seguridad.

Para este tipo de montajes se debe seguir una serie de procedimientos para mejorar la calidad y tiempos utilizados durante el montaje, respetando las normas de seguridad.

### **Problema de investigación**

¿Qué parámetros técnicos se deben emplear para emular un patio de pruebas, que permita una mejora de tiempos y calidad para el montaje de luminarias, por medio de la aplicación de un manual de procedimientos?

### **Objetivos**

#### **Objetivo general**

Implementar un emulador de un patio de pruebas para el montaje de luminarias de alumbrado público, para la mejora de tiempos y calidad para el montaje, mediante la aplicación de un manual de procedimientos en el edificio de la carrera de Electricidad.

#### **Objetivos Específicos**

Analizar las características, normativas y estándares utilizados en el medio para el montaje de luminarias de alumbrado público.

Emular un patio de pruebas para el montaje de luminarias de alumbrado público.

Elaborar un manual de procedimientos y normas de seguridad para el montaje de luminarias de alumbrado público.

### **Justificación**

La importancia en desarrollar mejoras para el montaje, con respecto al tema de iluminación del alumbrado público es muy importante ya que representa un papel fundamental dentro del desarrollo de la sociedad y en el ámbito eléctrico.

Los motivos que llevaron a proponer la emulación de un patio de pruebas para el montaje de luminarias en alumbrado público, es que dado al desconocimiento de correctos procedimientos para desarrollar este tipo de trabajos y a seguir las debidas normas de seguridad, se producen accidentes. Es por esto que para tener una mayor seguridad a la hora de ejecutar el montaje se deben seguir una serie de normas tales como cumplir a cabalidad con las 5 reglas de oro, disponer de equipos de protección personal, equipos de protección colectiva, tener una organización previa y delimitar la zona de trabajo. Por ello es que se desea implementar este patio de pruebas para así tener una mejora de tiempos y calidad de montajes, mediante la aplicación de una guía de procedimientos.

El manual de procedimientos y normas servirá para mejorar la seguridad del trabajador, seguir procesos exactos para un buen montaje, emplear herramientas y equipos adecuados para el montaje de luminarias de alumbrado público.

### **Alcance**

Se realizará la emulación de un patio de pruebas, pero este se desarrollará con los procesos y materiales reales que implican este tipo de montajes. Para la implementación del patio de pruebas de montaje de luminarias, se empleará como materiales: un poste, brazo para poste, estructura, luminaria y equipos de protección personal.

Se usará un software libre, que permita diseñar los niveles de luminosidad correctos que debe poseer la luminaria, ya que esta será energizada para poder realizar pruebas

de luminosidad mediante un Luxómetro, y así se podrá verificar si se está cumpliendo con las normas que se establecen en el manual de procedimientos.

Se desarrollará un manual de procedimientos, el cual contendrá los procesos que se deben seguir para un correcto y eficiente montaje de luminarias, también se mencionará sobre las normas de seguridad que se debe utilizar para realizar el montaje.

# CAPÍTULO I

## 1. Analizar las características, normativas y estándares utilizados en el medio para el montaje de luminarias de alumbrado público

En el presente capítulo se detallará varios puntos importantes que integran las redes de distribución eléctrica, sus principales componentes y todo lo que abarca el Alumbrado Público.

### 1.1. Redes de distribución eléctrica

Una red eléctrica forma parte del sistema eléctrico de distribución, el cual está conformado por etapas que son generación, transmisión, distribución y utilización de la carga como se observa en la Figura 1. Su principal función es la de transportar la energía desde los centros de generación hacia los centros de consumo y así poder entregarla al usuario final de una manera segura y con los niveles de calidad exigidos por la Regulación ARCERNNR 002/20 Calidad de servicio de distribución y comercialización de energía eléctrica. La parte de distribución ocupa alrededor de unas 2/3 partes de la inversión total del sistema de potencia, por lo cual se debe manejar con mucho cuidado lo que concierne al planteamiento, diseño, construcción y operación del sistema de distribución de la energía eléctrica. (Ramírez, 2004)

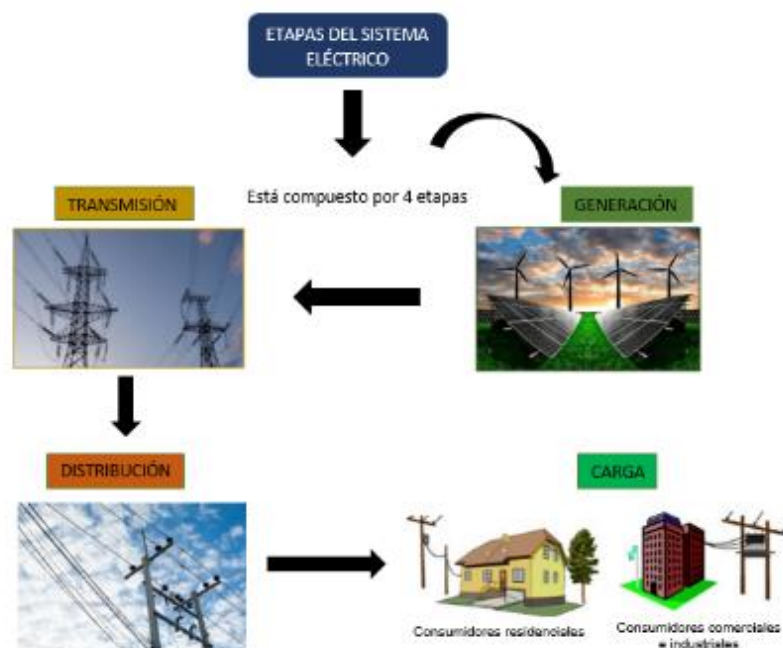


Fig. 1 Etapas del Sistema Eléctrico

### 1.1.1. Definición de Sistema Eléctrico

Un sistema eléctrico es aquel que se encarga de proveer energía eléctrica desde las centrales generadoras hacia los centros de consumo. Un sistema eléctrico está formado especialmente por, líneas aéreas y subterráneas tanto de alta tensión (AT) y baja tensión (BT) y por los centros de transformación. (Montecelos, 2014) Tubo sus inicios durante la Revolución Industrial. El creador de este sistema eléctrico para la distribución de energía para el abastecimiento de iluminación fue Thomas Edison. (Twenergy , 2019)

#### ➤ Centrales de generación

Son instalaciones que transforman la energía mecánica que se obtiene a partir de la energía primaria, en energía eléctrica. Hay diferentes tipos de centrales, centrales eólicas, hidroeléctricas, térmicas, solares y biomasa. Una central es capaz de generar hasta 2000MV, la energía suficiente para proveer un par de cientos de miles de hogares de energía eléctrica. (Chistian, 2019)

#### ➤ Sistema de transmisión

Conjunto de líneas y subestaciones, con niveles de tensión mayor o igual a 220kV, encargadas de trasladar la energía eléctrica a grandes distancias proveniente de las centrales de generación hacia las subestaciones de transformación. Está compuesta mediante el elemento conductor, generalmente cables de cobre o aluminio y sus elementos de soporte los cuales son las torres de alta tensión. (Prieto, 2009)

#### ➤ Subestación de transformación

Son estaciones encargadas de variar la tensión para poder realizar el transporte de energía eléctrica, llamada subestación elevadora o bien para la distribución de energía, llamada subestación reductora. Ya que en la central eléctrica se generan tensiones muy bajas y su ubicación está muy lejos de los centros de consumo, por esta razón el transporte de electricidad a niveles tan bajos resulta muy costoso, es por esto que para obtener costos moderados se debe elevar los niveles de tensión, esto dependen de varios factores como; la potencia a transmitir, las pérdidas, la longitud de la línea, entre otras. (Botero, 2013)





Fig. 2 Subestación de transformación  
Fuente (Mendez, 2015)

### 1.1.2. Topologías de las redes de baja tensión

Las topologías que se emplea en las líneas de baja tensión son muy sencillas ya que un centro de transformación no puede alimentar excesivos suministros ya que posee una limitada potencia. Las conexiones de los usuarios hacia los centros de transformación dependen de las diferentes topologías o arquitecturas de las líneas. Las cuales son:

- Simple, radial o estrella: esta es la arquitectura más simple, en donde los consumidores se conectan a la red punto a punto, esta topología es propia de lugares rurales y con poca densidad de suministros.
- Ramificada: esta es la arquitectura más común, pero esta se caracteriza porque cada cuadro de baja tensión que proviene del centro de transformación alimenta a varios puntos de suministros. Al momento de presentarse una falla en esta rama se dejará sin tensión a todos los usuarios del ramal.
- Mallada: esta arquitectura es muy poco usual, se la usa en lugares con gran densidad de puntos de suministro y en lugares de importancia como son grandes edificios, hospitales, etc.). Esta topología admite alimentar los ramales desde dos o más centros de transformación, incrementando así la seguridad y confiabilidad del suministro. (Rodríguez, 2020)

### 1.1.3. Redes de distribución aérea en baja tensión

Este tipo de redes de distribución se realiza su instalación por arriba del suelo, para lograr que estas instalaciones se mantengan suspendida en el aire se debe emplear

soportes estos pueden ser de distintos materiales; hormigón, madera o también de celosía metálica. Seguidamente se deberá montar sobre estos soportes los distintos elementos y herrajes, los cuales servirán de apoyo para los conductores. Los conductores que comúnmente se usan son trenzados en haz, aislados y de aluminio. Dichos conductores se podrán montar sobre una red posada o red tensada. (Zans & Toledano, 2010)

- Redes aéreas posada: en este tipo de red los conductores deberán ir posados sobre la fachada o muro, con abrazaderas sujetas a los mismos y estas deben ser resistentes a las acciones de la intemperie. (Rodríguez, 2020) El montaje se deberá proteger sea con tubos o canales rígidos, los tramos en donde la acometida se encuentre a una altura sobre el suelo menor a 2.5m. (Moreno & Cano, 2009)
- Red tensada: en esta red los conductores se instalan sobre apoyos, mediante una tensión mecánica establecida, esta instalación se realiza mediante dispositivos de anclaje y suspensión. Un cambio en esta red es la de tipo tensada sobre fachada, que se hace con soportes de suspensión con una distancia no mayor de 10m tensas limitados mediante pinzas de amarre. (Zans & Toledano, 2010)



Fig. 3 Redes aéreas de distribución

Fuente (Prensa CALF, 2015)

#### 1.1.4. Voltajes de servicio

En Ecuador es un mercado que comúnmente dominado por un voltaje monofásico de 120/240V, un voltaje bifásico de 220v y un voltaje trifásico de 127/220V a 60Hz. En

las viviendas el voltaje más usual es el voltaje monofásico a 120v. Sin embargo, el voltaje real medido en las viviendas por lo común no supera los 208v. (Zaphir Trade SA, 2020)

Tabla 1. Rangos de voltajes en Ecuador

RANGOS DE VOLTAJES EN ECUADOR	
<b>Alto Voltaje Grupo 1</b>	40kV-138kV
<b>Alto Voltaje Grupo 2</b>	Mayores a 130kV
<b>Medio Voltaje</b>	6300V 13800/7967V 22000/12700V 22860/13200V 34500/19920V
<b>Bajo Voltaje</b>	En redes monofásicas 120/240V En redes trifásicas 127/220V

Fuente: Adaptado de (ARCONEL, 2018) (Ministerio de Electricidad y Energía Renovables , 2011)

Alrededor del mundo existen diferentes niveles de voltaje y de igual manera dos niveles de frecuencia a 50Hz y a 60Hz. Por ejemplo, en Austria, Finlandia, Noruega, Eslovaquia y República Checa trabajan a tensiones de: 230/400-500-690V a una frecuencia de 50Hz, Francia trabaja a tensiones de: 127/220-230/400-500-380/660-525/910V a una frecuencia de 50Hz, y así en muchos países a lo largo del mundo. (Alejandro, 2008)

## 1.2. Alumbrado público en redes de distribución

### 1.2.1. Definición

El alumbrado público integra los sistemas de alumbrado de vías públicas, tanto para tránsito de personas y vehículos, este también contiene los sistemas de iluminación de escenarios deportivos de acceso y uso público. Descarta la iluminación de las áreas comunes de unidades inmobiliarias señaladas como propiedad horizontal, la iluminación pública ornamental e intervenida. (ARCERNNR, 2020)

La función principal del alumbrado público es acceder el tráfico en horas de la noche y en zonas oscuras, ofreciendo niveles admisibles de seguridad y comodidad, sea para peatones y conductores. Existen ciertos aspectos que han incrementado la funcionalidad del alumbrado público estos son; mejora de la economía de las ciudades debido a su estética, prevención del crimen, seguridad en el tráfico, seguridad social de

peatones y residentes, y facilidad en la orientación tanto para conductores y peatones. El alumbrado público cumple ciertas funciones que están determinadas con base a los siguientes aspectos; ubicación (urbano o rural), sector (industrial, residencial, comercial), función de la red (flujo, acceso, local), infraestructura (doble carril, un solo carril). (Acuña, Impacto del alumbrado público con LEDs en la Red de Distribución, 2011)



Fig. 4 Alumbrado público en redes de distribución

Fuente (El Diario , 2016)

#### 1.2.2. Espacios públicos que contengan alumbrado público en redes de distribución

Cabe señalar que el alumbrado público puede llegar a representar entre el 40 a 50% de consumo energético de una municipalidad, es por esto que se debe señalar algunas maneras por las cuales reducir costos y consumo del mismo, pero sin que reduzca la calidad y servicio de este. La tecnología como las lámparas de diferentes clases pueden ser una buena opción para poder efectuar el objetivo de obtener un alumbrado de calidad y económico. (De los Santos, 2018)

##### ➤ Carreteras

Los peatones al transitar por estas vías requieren una buena y correcta visibilidad del entorno para así poder diferenciar los obstáculos en el camino y evadirlos. Es por esto que la carretera debe contar con una excelente iluminación evitando el deslumbramiento, garantizando la sustentabilidad y el reducido mantenimiento del sistema. La iluminación no será la misma en todas las carreteras, ya que, cada carretera tiene condiciones climáticas diferentes según la geografía. La fuente de iluminación recomendada es la de tipo LED, por sus buenas características que más adelante mencionará. (Iluminet, 2019)

➤ Parques y plazas

El principal motivo de una buena iluminación en estos lugares verdes dentro de la ciudad es la seguridad pública, se tiene que orientar en aumentar la visibilidad de áreas oscuras ya que representar un gran riesgo para las personas. Las personas deben poder diferenciar los obstáculos que se encuentran en el camino. La iluminación debe estar diseñada de tal forma que se limite la emisión de luz superior, es decir, que la luz se enfoque en la zona que en realidad se ocupa. El tipo de fuente de luz que es recomendable usar para estos lugares es una luz de tipo blanca (LED). (DOWNLIGHT, 2017)

➤ Estacionamientos

Generar seguridad a los usuarios es el principal objetivo al momento de diseñar un estacionamiento o parqueadero. Para disponer de una iluminación eficiente se debe elegir luminarias de alumbrado público para espacios abiertos. Haciendo un estudio lumínico se podrá establecer la altura, distancia y potencia con la cual se obtendrá el nivel de iluminación óptico. De preferencia hacer uso de fotocélulas que permitan dimerizar la potencia de la luminaria. Emplear luminarias cerradas o herméticas, con el fin de protegerlas contra el polvo y agua. (CODI, 2018)

### 1.2.3. Materiales que conforman el alumbrado público

El alumbrado público está integrado por varios materiales que cumplen funciones específicas para su funcionamiento, los cuales se mencionan a continuación:

- Poste

Un poste sirve para ofrecer soporte a algo, permite el tendido del cableado eléctrico o posee una luminaria en su parte superior para iluminar espacios públicos. (Copyright, 2020) Existen diferentes tipos de postes dependiendo de su material con el que este fabricado:

- Hormigón armado: este tipo de poste contiene un refuerzo apropiado, preesforzado o no preesforzado, que pueden ser de una altura de; 9,10,11,12,13,14y 15m, los más usados los de 10m y 12m. Se lo diseña bajo el criterio de que los materiales que lo integran (hormigón y acero) actúen en conjunto para resistir las fuerzas o cargas. La materia que conforma este poste debe cumplir con características y requisitos de diseño estructural, el hormigón y el acero deben cumplir con criterios de durabilidad; como requisito principal es que la relación agua/cemento empleada para el diseño del hormigón debe ser

menor o igual a 0.40 en masa, esto garantizara una vida útil del poste de mínimo de 15 años. (INEN, 2018)

- Metálico: este tipo de poste para alumbrado público debe cumplir con algunas condiciones como, condiciones ambientales, características eléctricas y se encuentran en distintas medidas; 9, 10, 12, 14 y 16 m de altura. Deber contener en la parte inferior de una base rectangular adecuadamente soldada. (ENEL CODENSA, 2017)
- Estructura: son empleadas para la distribución de la energía eléctrica, para alumbrado público se usa diferentes tipos de estructuras: estructura aérea red desnuda, estructura aérea red preensamblada y estructura red subterránea. (Redes de distribución, 2014)
- Luminaria: aparato que se utiliza para distribuir, filtrar o transformar la luz resultante de una o varias lámparas. (Glosario electricidad , 2020)
- Brazo para luminaria: son soportes para el montaje de la luminaria, los cuales deben presentar ciertas características como; deben ser de una sola pieza, soldada, libre de deformaciones o fisuras, etc. (Ministerio de Electricidad y Energía Renovables , 2011)

#### **1.2.4. Tipos de lámparas para alumbrado Público**

Existen diferentes tipos de lámparas de descarga que se las emplea para la iluminación en alumbrado público, esta se clasifica de acuerdo al gas utilizado (vapor de sodio o mercurio) y con base a la presión a la cual se encuentren (alta o baja presión). (Ruiz J. , 2016)

##### **1.2.4.1. Lámpara de vapor de mercurio**

###### **➤ Lámparas fluorescentes**

Estas lámparas son de vapor de mercurio a baja presión, estas se caracterizan por no tener una ampolla exterior, están constituidas por un tubo con un diámetro normalizado, cilíndrico, este se encuentra cerrado en cada extremo con un casquillo de dos contactos en donde se albergan los electrodos. El tubo de descarga se encuentra relleno con vapor de mercurio a baja presión también hay una mínima cantidad de gas inerte que cumple la función de facilitar el encendido y controla la descarga de electrones. Para que la lámpara trabaje de forma eficiente debe cumplir ciertos factores como; potencia de la lámpara, tipo y presión del gas que integra, propiedades de la sustancia fluorescente que envuelve el tubo, temperatura ambiente, etc. El último factor es de vital

importancia ya que determina la presión del gas y el flujo de la lámpara. (Anglés, 2007)



Fig. 5 Lámpara fluorescente

Fuente (Hinojosa, 2015)

Para el funcionamiento de este tipo de lámparas se requiere el uso de algunos elementos auxiliares. Para poder restringir la corriente que pasa por el tubo de descarga se debe emplear un balasto y en cuanto al encendido hay muchas posibilidades que se pueden resumir en arranque con cebador o sin él. En el primer caso, el cebador se lo usa para calentar los electrodos antes de someterlos a la tensión de arranque. Para el segundo caso, se tiene las lámparas de arranque rápido en las cuales se calientan seguidamente los electrodos y las de arranque instantáneo en donde la ignición se obtiene aplicando una tensión elevada. (Alcalde, 2019)

➤ Lámparas de mercurio a alta presión

La producción de luz en este tipo de lámparas se basa en el principio de la luminiscencia que se obtiene a partir de la descarga eléctrica que se genera en el seno de mercurio gasificado. La parte más importante de esta lámpara es la ampolla de vidrio interior en donde se ocasiona la descarga.

Esta ampolla que tiene una forma elipsoidal y vidrio resistente a cambios violentos de temperatura, sirve de soporte para el tubo de descarga, brindándole así un aislamiento térmico, también impide la oxidación atmosférica de las partes metálicas. Existe un espacio entre el tubo de descarga y la ampolla exterior, el cual se encuentra relleno de un gas neutro que está a presión de la atmosfera, esto evitará a formación de arco eléctrico entre las partes metálicas en el interior de la ampolla. (Moreno & Romero, 2010)



Fig. 6 Lámpara de mercurio a alta presión  
Fuente (Ibañez, 2013)

#### 1.2.4.2. Lámpara de sodio

- Lámpara de sodio a baja presión

La descarga eléctrica que se produce en esta lámpara se da en el tubo de vapor de sodio a baja presión, formando una radiación monocromática de color amarillo. La luz se genera por medio de los polvos fluorescentes que son activados mediante la energía ultravioleta de la descarga. El tubo de descarga tiene forma de U, es de vidrio y posee un recubrimiento especial logrando reducir las pérdidas que se producen por calor y disminuir el tamaño de la lámpara. Tiene una gran eficiencia, de 160.180 lm/W y una duración de 15000 horas. (Cantos & Pérez, 2018)



Fig. 7 Lámpara de sodio a baja presión  
Fuente (Coelca, 2020)

- Lámpara de sodio a alta presión



Estas lámparas pueden tener ampolla de forma tubular (clara) como ovoide (opal). Para que pueda funcionar se necesita de un equipo auxiliar, que integre un balasto y un arrancador. A parte de la lámpara convencional existen más versiones como, sodio confort y sodio blanco. (Yusta, López, & Bernál, 2011)



Fig. 8 Lámpara de sodio alta presión

Fuente (Amazon, 2014)

#### 1.2.4.3. Luminaria led

Estas luminarias son las más actuales que se encuentran en el mercado, las cuales están sustituyendo a las lámparas de vapor de sodio en alumbrado público. Tienen una alta eficiencia mayor a 110 lm/W, alto rendimiento y su vida útil es mayor a 50000 horas. (Flores, 2016) Las luminarias leds son de estado sólido, no tiene partes delicadas, las luces led emplean un diodo especial, el cual al ser atravesado por electricidad liberan una clase de luz. Cuando la corriente pasa por un diodo semiconductor, le introduce huecos y electrones en las regiones p y n. La mezcla de electrones y huecos son las cuales se ocupan de formar la luz, dependiendo de la intensidad del paso de la corriente se logra que las recombinaciones entre electrones y huecos genere cierto tipo de luz. (Yucra, 2017)



Fig. 9 Luminaria led

Fuente (DAMALUX, 2020)











### 1.2.5. Simbología

Los diferentes elementos que conforman las redes de distribución eléctrica tienen una simbología que los caracteriza a cada uno y los representa de acuerdo a su tipo o al material con el cual están contruidos, se detallara la simbología de los elementos que se encuentran dentro del alumbrado público.

#### 1.2.5.1. Simbología de postes en redes de distribución

Los postes que son usados para la distribución de la energía eléctrica poseen su símbolo en especial como el que se puede apreciar en la tabla número 2.

Tabla 2. Simbología de postes











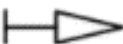
Simbología de postes	
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA
Poste de hormigón armado circular	
Poste de hormigón armado rectangular	
Poste de hormigón armado tipo H	
Poste de hormigón armado ornamental	
Poste de madera circular	
Poste reforzado con fibra de vidrio circular	
Poste metálico circular	
Poste metálico rectangular	
Poste metálico ornamental	
Poste metálico de torre	

Fuente: Adaptado de (Ministerio de Electricidad y Energía Renovables , 2011)

#### 1.2.5.2. Simbología de tensores

Cada tensor que es empleado en los postes posee diferente simbología dependiendo del nivel de voltaje al cual se esté trabajando, como se mira en la tabla número 3.

Tabla 3. Simbología de tensores





Simbología de tensores	
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
Tensor a tierra simple de bajo voltaje	
Tensor a tierra simple en medio voltaje	
Tensor farol simple en bajo voltaje	
Tensor farol simple en medio voltaje	
Tensor poste a poste simple en bajo voltaje	
Tensor poste a poste simple en medio voltaje	
Tensor a tierra doble	
Tensor farol doble	
Tensor poste a poste doble	
Tensor de empuje simple en medio voltaje	
Tensor de empuje simple en bajo voltaje	


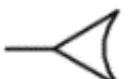
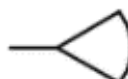
Fuente: Adaptado de (EMPRESA ELÉCTRICA QUITO SA, 2015)

#### 1.2.5.3. Simbología de Alumbrado Público

Cada tipo de luminaria que se usa en el alumbrado público tiene su respectivo símbolo, esto se observa en la tabla numero 4.

Tabla 4. Simbología de alumbrado público

Simbología de alumbrado publico	
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
Luminaria de mercurio cerrada	
Luminaria de mercurio abierta	
Luminaria de sodio cerrada	
Luminaria de sodio abierta	




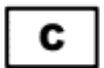
<b>Luminaria led</b>	
<b>Proyector de sodio</b>	
<b>Proyector de mercurio</b>	

Fuente: Adaptado de (Checa, 2019)

#### 1.2.5.4. Simbología de Alumbrado Público Ornamental

La simbología del alumbrado público ornamental es similar como se mira en la tabla número 5.

Tabla 5. Simbología de alumbrado público ornamental

Simbología de alumbrado ornamental	
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
<b>Luminaria ornamental de sodio</b>	
<b>Proyector ornamental de sodio</b>	
<b>Proyector ornamental de halogenuro metálico</b>	
<b>Caja de control para alumbrado</b>	

Fuente: Adaptado de (Checa, 2019)

### 1.3. Tipos de estructuras para alumbrado Público

En cuanto a los brazos que sirven como soporte de la luminaria se encuentran en dos diferentes clases que son de un doblez o de dos dobleces, esto dependerá de las necesidades del proyecto que se esté realizando, criterios de diseño, entre otros puntos.

#### 1.3.1. Brazos de un doblez

Esta clase de brazo por lo común posee una longitud de 1.50m, la base de este que se encuentra sujeta al poste una longitud de 40cm, este valor puede variar dependiendo del constructor, el ángulo que forma entre el poste y el brazo por lo general es de 0° y 20° y el grosor varía entre 1" y 1 ½".

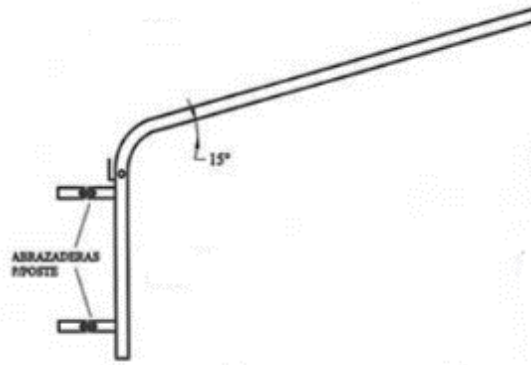


Fig. 10 Brazo de un doblez 15°

Fuente (López, 2015)

### 1.3.2. Brazo de dos dobleces

Para este tipo de brazos oscila entre los 1.50m y los 4m de longitud, en este tipo de brazo se conserva los 40cm de longitud entre la base del brazo y el poste, en este caso existe dos ángulos que se forman entre el poste y el brazo de 0° y 90° y el otro que es el de montaje corresponde a 0° y 20° y el grosor varía entre 1 ½" y 3". (López, 2015)

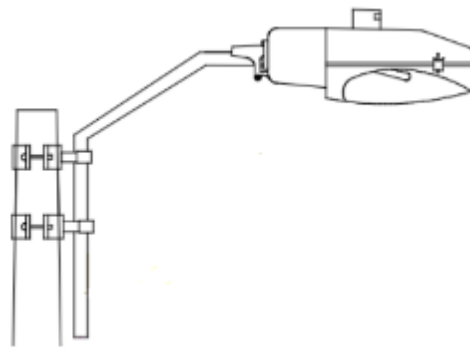


Fig. 11 Brazo de dos dobleces 0°

Fuente (López, 2015)

## Clasificación de brazos para Alumbrado Público

Los brazos de las luminarias se clasifican de acuerdo con el ángulo de inclinación de montaje( $Y^\circ$ ), numero de dobleces del mismo, altura, alcance, entre otros.

- Tipo C: este tipo de brazo se lo usa para valores de trabajo de 150W Y 70W Na, posee un ángulo de inclinación de 15°, un radio de dobles de 50.8cm y una longitud total de 2m.

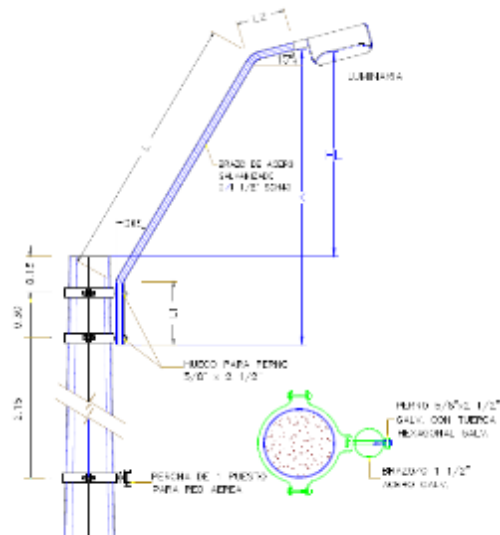


Fig. 12 Brazo de luminaria tipo C

Fuente (EMCALI, 2006)

- Tipo D: este tipo de brazo se lo usa para valores de trabajo de 70W, con un ángulo de inclinación de  $0^{\circ}$ , un radio de dobles de 50.8 y una longitud total de 0.8m.

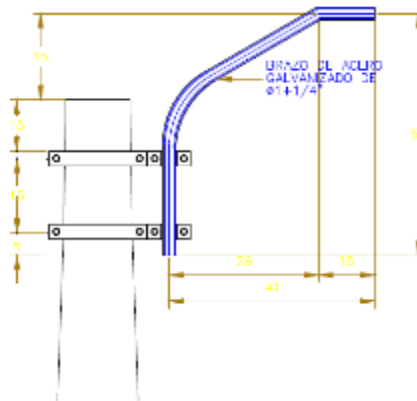


Fig. 13 Brazo de luminaria tipo D

Fuente (EMCALI, 2006)

- Tipo E: este tipo de brazo se lo usa para valores de trabajo de 70W, con un ángulo de inclinación de  $0^{\circ}$ , un radio de dobles de 137.4cm y una longitud total de 1.705m. Este es un brazo que solamente se lo usa en casos especiales en donde se coloca luminarias para iluminar lugares con transporte masivo. (EMCALI, 2006)

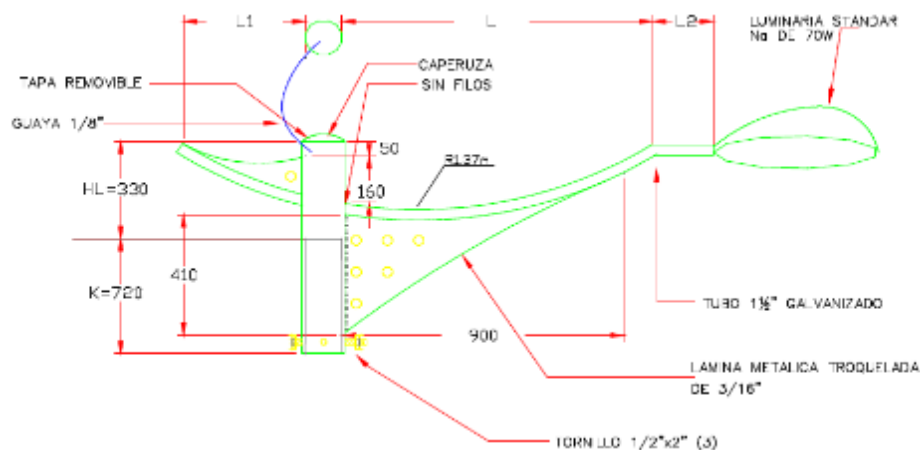


Fig. 14 Brazo de luminaria tipo E

Fuente (EMCALI, 2006)

#### 1.4. Montaje de luminarias de alumbrado público

En esta sección se hará un análisis de las diferentes formas de montajes de luminarias en alumbrado público y el lugar en donde se las puede instalar.

##### 1.4.1. Montaje de luminaria en poste con red aérea desnuda

En este tipo de montaje se presenta los materiales que se usa para una luminaria en poste con red aérea desnuda.

Tabla 6. Materiales necesarios para el montaje de luminaria en poste con red aérea desnuda

Materiales		
Referencia	Descripción	Cantidad
1	Luminaria de Sodio, de alta presión y 150W	1
2	Conductor de cobre, solido de 600v(TW), 14AWG	7
3	Conector de aleación de aluminio, compresión tipo H	2

Fuente: Adaptado de (Ministerio de Electricidad y Energía Renovables , 2011)

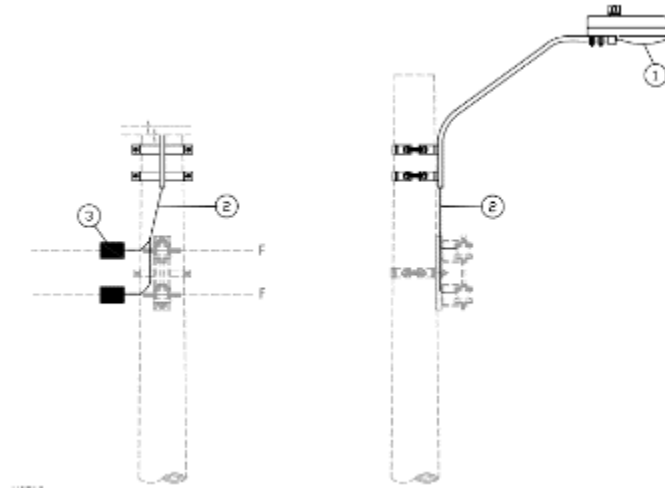


Fig. 15 Montaje de luminaria red aérea desnuda

Fuente (Ministerio de Electricidad y Energía Renovables , 2011)

#### 1.4.2. Montaje de luminaria en poste con red aérea preensamblada

En este tipo de montaje se presenta los materiales que se usa para una luminaria en poste con red aérea preensamblada.

Tabla 7. Materiales necesarios para el montaje de luminaria en poste con red aérea preensamblada

Materiales		
Referencia	Descripción	Cantidad
<b>1</b>	Luminaria de sodio de alta presión de 150W	1
<b>2</b>	Conductor de cobre, solido de 600v (TW), 14 AWG	7
<b>3</b>	Conector estanco, simple dentado, principal de 10 a 95 mm2	2

Fuente: Adaptado de (Ministerio de Electricidad y Energía Renovables , 2011)



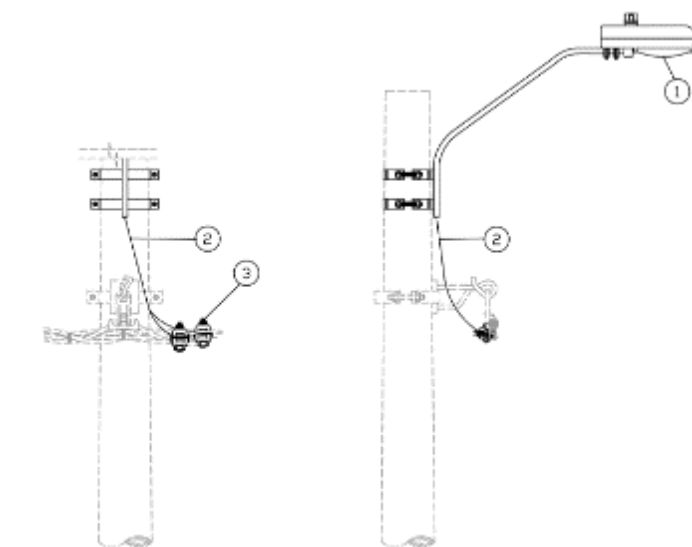


Fig. 16 Montaje de luminaria en red aérea preensamblada

Fuente (Ministerio de Electricidad y Energía Renovables , 2011)

#### 1.4.3. Montaje de luminaria en poste con red subterránea

En este tipo de montaje se presenta los materiales que se usa para una luminaria en poste con red subterránea.

Tabla 8. Materiales necesarios para el montaje de luminaria en poste con red subterránea

Materiales		
Referencia	Descripción	Cantidad
1	Luminaria de sodio de 250W, doble nivel de potencia	1
2	Conductor de cobre, solido de 600v (TW), 14 AWG	1
3	Cinta eléctrica auto fundente de 19 mm de ancho o cinta de vinyl con protección UV, para aislamiento	1

Fuente: Adaptado de (Ministerio de Electricidad y Energía Renovables , 2011)

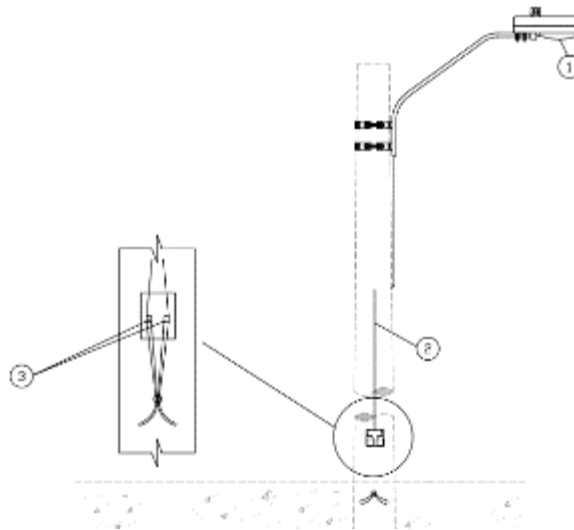


Fig. 17 Montaje de luminaria en red subterránea

Fuente (Ministerio de Electricidad y Energía Renovables , 2011)

#### 1.4.4. Montaje de luminaria en fachada con red aérea preensamblada

En este tipo de montaje se presenta los materiales que se usa para una luminaria en fachada con red aérea preensamblada.

Tabla 9. Materiales necesarios para montaje de luminaria aérea preensamblada

Materiales		
Referencia	Descripción	Cantidad
1	Luminaria de sodio de alta presión de 150 W	1
2	Conductor de cobre solido de 600v (TW), 14 AGW	7
3	Conector estanco, simple dentado, principal de 10 hasta 95 mm2	2

Fuente: Adaptado de (Ministerio de Electricidad y Energía Renovables , 2011)

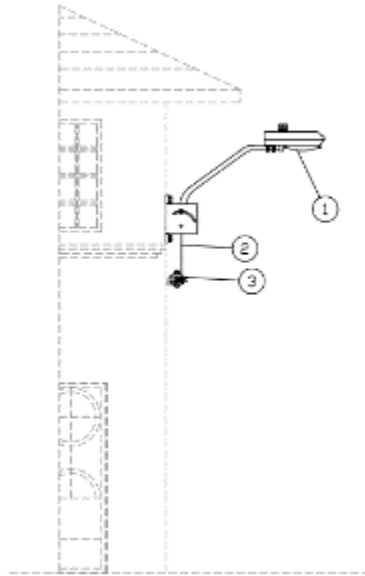


Fig. 18 Montaje de luminaria en red preensamblada

Fuente (Ministerio de Electricidad y Energía Renovables , 2011)

#### 1.4.5. Montaje de luminaria en fachada con red subterránea

En este tipo de montaje se presenta los materiales que se usa para una luminaria en fachada con red subterránea.

Tabla 10. materiales necesarios para montaje de luminaria en fachada con red subterránea

Materiales		
Referencia	Descripción	Cantidad
<b>1</b>	Luminaria de sodio de alta presión de 150W	1
<b>2</b>	Conductor de cobre solido de 600 v (TW), 14 AWG	24
<b>3</b>	Empalme con derivación aislado	2

Fuente: Adaptado de (Ministerio de Electricidad y Energía Renovables , 2011)

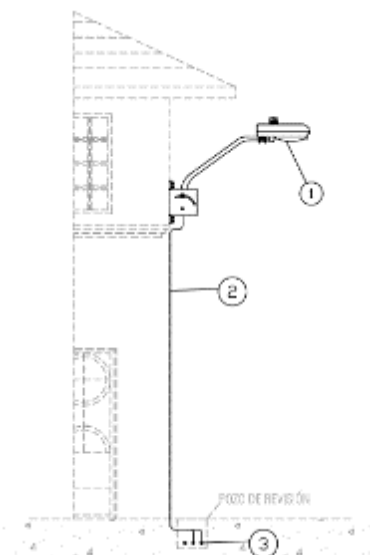


Fig. 19 Montaje de luminaria con red subterránea  
Fuente (Ministerio de Electricidad y Energía Renovables , 2011)

## 1.5. Seguridad en el montaje de luminarias

La Asociación Electrotécnica de Argentina (AEA) formula un reglamento de seguridad de uso eléctrico que menciona que; las instalaciones de centros de transformación de media y baja tensión, líneas aéreas de baja tensión, líneas subterráneas e instalaciones de alumbrado público limitan la tensión de contacto a un bajo fallo de la red, fase/masa o fase tierra. (Gonzáles, 2016)

### 1.5.1. Procedimientos para el montaje de luminarias

#### 1.5.1.1. Las 5 reglas de oro

Primeramente, es necesario describir las 5 reglas de oro para trabajos sin voltaje, ya que estas son de vital importancia a la hora de realizar trabajos eléctricos.

- ❖ **Primer paso:** abrir con cortes visibles todas las fuentes de tensión por medio de interruptores y seccionador que aseguren la imposibilidad de su cierre inoportuno.
- ❖ **Segundo paso:** bloquear y etiquetar los equipos de maniobra y protección.
- ❖ **Tercer paso:** verificar la ausencia de voltaje
- ❖ **Cuarto paso:** poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de voltaje
- ❖ **Quinto paso:** ubicar las señales de seguridad adecuada, limitando la zona de trabajo (Tagle, 2018)

#### 1.5.1.2. Montaje de luminarias

Tabla 11. Proceso de montaje de luminarias

Proceso de montaje de luminarias	
Orden	Acción
1	El personal a cargo del montaje comprueba que las luminarias estén armadas con todos los accesorios, conectores y terminales correctamente ajustados, las abrazaderas deben estar con sus correspondientes pernos y tuercas de sujeción.
2	El técnico elegido por jefe de grupo debe subir hasta la altura donde se instalará la luminaria y se asegura mediante el equipo de protección contra caídas
3	El técnico sujetó con el cabo de servicio el brazo de la luminaria, en cuanto el ayudante del técnico que estar ubicado en la parte baja del poste ayuda a subir la luminaria hasta el punto de instalación.
4	El técnico instala la luminaria en el poste, tomando en cuenta las distancias de despeje con respecto a alimentadores y elementos energizados para ellos se usa las abrazaderas, pernos de sujeción y ajustando las tuercas con llaves adecuadas para este trabajo.
5	El jefe de grupo dirige al técnico para que la luminaria que instalada de manera perpendicular con respecto a la vía pública.
6	El grupo de trabajo hace las respectivas pruebas de funcionamiento de la luminaria.

Fuente: Adaptado de (CNEL, 2018)

#### 1.5.1.3. Equipos de protección personal

##### ➤ Equipos de protección personal

Los equipos de protección personal que integran accesorios y vestimentas, son los encargados en proteger al trabajador contra posibles lesiones o accidentes. (Sistema de gestión de la SST, 2017)

- Zapatos de seguridad dieléctricos antideslizantes

Este calzado está orientado a proteger a las personas que están trabajando directamente con la electricidad, estos deben tener una gran

resistencia eléctrica para evitar que la corriente circule a través del cuerpo humano, deben funcionar como aislante contra la electricidad. (Gómez, 2016)



Fig. 20 Zapatos dieléctricos  
Fuente (Dieléctricos , 2016)

- Guantes aislantes

Tiene una alta especificidad, debe pasar por unos estrictos procesos de fabricación, lo cual involucra largos plazos de fabricación. Los guantes son una barrera primordial de los trabajadores con electricidad, ante un accidente eléctrico. (Proteccion laboral , 2016)



Fig. 21 Guantes aislantes  
Fuente (Zúñiga, 2016)

- Lentes de seguridad contra impacto

Este es el equipo de protección de mayor uso, los cuales desempeñan la función de proteger los ojos al frente a los lados, ante peligros y riesgos eléctricos. (Safety, 2019)



Fig. 22 Lentes de seguridad  
Fuente (Propinsa , 2015)

- Ropa de trabajo

La correcta elección de la ropa de trabajo para electricidad es vital ya que puedo llegar a salvar la vida. La ropa de trabajo impedirá que al momento que circule alguna corriente por el cuerpo por alguna descarga eléctrica o cualquier otro factor. (Confecciones Rodrigo , 2017)



Fig. 23 Ropa de trabajo en electricidad

Fuente (Workwear, 2018)

- Casco dieléctrico

Este equipo de protección está diseñado con polietileno de alta densidad, esto asegura una alta seguridad a la resistencia al impacto, al fuego ya a la electricidad. (INDUCENTER , 2019)



Fig. 24 Casco dieléctrico  
Fuente (Narasafe , 2016)

- Careta facial

Se la ocupa como protección contra el arco eléctrico, elaborado en policarbonato de grado optimo con pigmentos activos el cual absorbe la energía que produce el arco. Protege los ojos y la cara de riesgos mecánicos y térmicos. (Libus, 2017)



Fig. 25 Careta facial  
Fuente (Kapek, 2018)

- Arnés de seguridad

La prioridad de los trabajos en altura es la seguridad del trabajador, para esto existen los arneses de seguridad. Son elementos con los cuales el técnico trabajara de manera segura y cómoda. (De máquinas y herramientas , 2018)





Fig. 26 Arnés de seguridad

Fuente (Direct Industry , 2020)

- Chalecos reflectivos (EPIS, 2018)

Esta prenda desempeña un papel primordial en la seguridad de trabajadores que se encuentran laborando en construcciones eléctricas y demás actividades en donde integren la electricidad. (Zuáres, 2016)



Fig. 27 Chalecos reflectivos

Fuente (REDING , 2020)

#### 1.5.1.4. Herramientas necesarias para el montaje

Para el montaje de luminaria se emplean algunas herramientas básicas que se usa en cualquier otra instalación eléctrica, debido a que el montaje concierne es algunos casos simplemente de hacer el reemplazo de la luminaria y en otros el montaje desde cero. Se mencionará las herramientas que se emplean para dicho montaje.

- Camión grúa

Este equipo se lo utiliza para mover material pesado y contiene una caja de grúa que se la usa para realizar instalaciones en alturas. (ALKE, 2016)



Fig. 28 Camión de grúa

Fuente (Dream stem , 2020)

- Destornillador

Son una herramienta de mano que se usa para apretar o aflojar tornillos y otros elementos de equipos o maquinas. (Todo ferreteria , 2018)



Fig. 29 Destornillador

Fuente (Todo ferreteria , 2018)

- Cuchilla

Es un tipo de cuchillo que se usa durante reparaciones o instalaciones eléctricas, sirve para pelar cables y para cortar cables de poco diámetro. El mango debe estar aislado para prevenir descargas eléctricas. (Mundo herramienta , 2020)



Fig. 30 Cuchilla de electricista

Fuente (Mundo herramienta , 2020)

- Taladro

Esta es una herramienta que se la utiliza para hacer perforaciones en metal, madera, plástico y otros elementos, este trabajo se realiza mediante una broca de acero. (De maquinas y herramientas , 2018)



Fig. 31 Taladro

Fuente (R, Como funciona , 2020)

## **CAPITULO II**

### **2. Emular un patio de pruebas para el montaje de luminarias de alumbrado público**

En este apartado se describirá la implementación del patio de pruebas de luminarias de alumbrado público, en el edificio de la carrera de Ingeniería Eléctrica.

#### **2.1. Introducción**

En el presente capítulo a elaborarse se realizará un análisis adecuado sobre cómo se llevó a cabo el desarrollo de la construcción del emulador de patio de pruebas para el montaje de luminarias de alumbrado público en las instalaciones del edificio de la carrera de Electricidad. Teniendo en cuenta cada parámetro que se ejecutó en cada labor realizada, también se debe mencionar que se utilizó conocimientos básicos del área civil(albañilería) para esta construcción.

Para la construcción de este emulador de patio de pruebas se elijo materiales de buena calidad para que el acabado de este sea de la mejor manera posible y disponga de una buena vida útil. El diseño del patio se llevó a cabo con base a criterios de cada integrante que formo parte de este gran proyecto. Es así, que para el montaje de las luminarias se eligió ciertos materiales que podrán ser visualizados en un ítem que formara parte de este capítulo.

#### **2.2. Ubicación física**

El desarrollo de este capítulo se llevará a cabo en las instalaciones de la Universidad Técnica del Norte la cual está ubicada en la ciudad de Ibarra provincia de Imbabura en la ciudadela el Olivo, Av.17 de julio 5-21. La ubicación exacta de la implementación del patio se encuentra en las instalaciones traseras del edificio de la carrera de Ingeniería Electricidad (CIELE).



Fig. 32 Ubicación física del patio de pruebas

Fuente (Autor,2020)

### 2.3. Análisis del diseño del patio de pruebas

Para el diseño del patio se tomó en cuenta varios aspectos importantes; como fueron el área donde iba a estar ubicado, dependiendo del espacio con el que se contaba que medidas iba a tener el mismo, que tipo de materiales se iba a usar para su construcción.

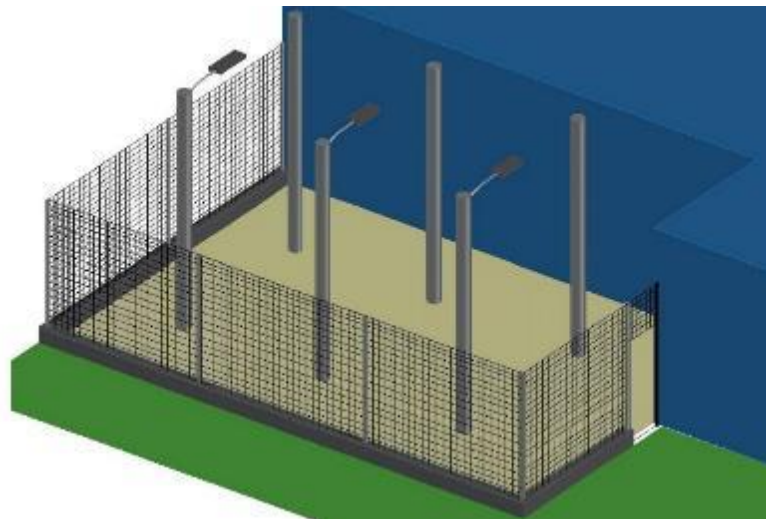


Fig. 33 Diseño del patio de pruebas

Fuente (Autor,2020)

Su diseño básicamente se desarrolló como se mira en la figura 33, donde se encuentran distribuidos 6 postes, los cuales 3 ya estaban implementados y 3 se implementó en este proyecto, cada uno se encuentra distribuido a una distancia

considerable para poder realizar el montaje de los materiales eléctricos. De igual manera se empleó tubos de acero galvanizado para que sirvan de soporte para la malla electrosoldada y se encuentran ubicados como se aprecia en la imagen. También se colocó una puerta para el ingreso de los estudiantes de la carrera de ingeniería eléctrica.

## **2.4. Implementación del patio de pruebas**

Para la implementación del montaje de luminarias de alumbrado público fue necesario la construcción del patio de pruebas, lo cual con su implementación contribuirá a la mejora de tiempo y calidad de montaje, siguiendo las adecuadas normas de seguridad para evitar accidentes.

### **2.4.1. Identificación del lugar de ubicación del patio de pruebas fuera de las instalaciones de CIELE**

Para poder realizar la construcción del patio de pruebas se hizo un reconocimiento del lugar como se observa en la Figura 34, para conocer cómo se debería proceder con la cimentación.



Fig. 34 Identificación de la ubicación del patio de pruebas

Fuente (Autor, 2020)

Se tomó en cuenta muchos aspectos importantes, como, que tipo de diseño se iba a realizar, las medidas que debía tener el espacio, los materiales y herramienta que se iban a usar para su adecuación y el tiempo que se iba a tardar su construcción.

### **2.4.2. Adecuar el lugar de trabajo**

Para proceder con la construcción del patio se realizó la limpieza del espacio de trabajo, debido a que existía presencia de maleza (pasto, grama, trébol blanco) y piedras grandes, mediana y pequeñas.



Fig. 35 Adecuación del lugar de trabajo

Fuente (Autor, 2020)

Como se mira en la Figura 35 se tuvo que retirar la maleza y piedras con herramientas como pala, azadón y pico, se trasladó todos estos residuos hacia otro lugar en carretilla para talvez poder ser reutilizados. Se tomo las respectivas medidas del patio que fueron de 10m de largo por 7 de ancho. Después de todo este proceso, el lugar quedo listo para empezar con la construcción del patio de pruebas.

#### **2.4.3. Realizar las respectivas excavaciones para la colocación de los postes**

Para poder colocar los postes se realizó 3 huecos como se observa en la Figura 36.





Fig. 36 Excavaciones para colorar los postes

Fuente (Autor, 2020)

La excavación de los huecos se realizó de 1.50m cada uno de profundidad para los respectivos postes. Aquí se empleó la herramienta adecuada para este trabajo como fueron barras y palas para retirar la tierra que se extrajo de la excavación.

#### **2.4.4. Trasladar los postes hacia el patio de pruebas y colocación en sus respectivos huecos.**

Con ayuda de maquinaria adecuada se trasladó los tres postes desde las partes traseras del patio de mecánica automotriz de la Universidad Técnica del Norte hacia el patio de pruebas de CIELE como se observan en la Figura 37.



Fig. 37 Traslado de los postes al patio de pruebas y colocación en sus respectivos huecos

Fuente (Autor,2020)



Se uso materiales como cuerdas y cables para sujetar los postes durante su traslado. Seguidamente se fue colocando uno por uno en su respectivo hueco, para continuamente proceder a fijar el poste con la misma tierra que se retiró anteriormente. Cada poste tenía una longitud de 4.5m y fueron enterrados de una longitud de 1.5m.

#### **2.4.5. Toma de medidas y excavación de la zanja para el cerramiento del patio**

Al momento que se terminó de colocar todos los postes en su respectivo lugar, se procedió a tomar las medidas de la zanja que sirvió de base para poder ubicar los tubos de acero galvanizado que más tarde servirían para poder soldar la malla para el cerramiento del patio de pruebas.



Fig. 38 Toma de medidas y excavación de la zanja

Fuente (Autor,2020)

Para la toma d medidas de utilizó 6 maderos de 1.5m para poder colocar la piola que los traspasa desde la pared a una distancia de 4m. Después se continuo con la excavación de la zanja que serviría de soporte para la colocación de la malla electrosoldada, esta zanja tuvo como medidas específicas, de profundidad 30cm y de ancho 30cm.

#### **2.4.6. Realizar la cimentación para el muro y fijación de los tubos de acero galvanizado.**

Para la cimentación del muro se tomó como referencia la piola que estaba colocada a 1m de altura, esta cimentación se realizó sobre una base de piedras que tuvo una altura de 1.15cm que se las coloco con anterioridad para dar más soporte a la cimentación.



Fig. 39 Cimentación para el muro y fijación de los tubos

Fuente (Autor, 2020)

También se puede observar que se colocó los tubos de acero galvanizado para ser fijados durante la cimentación, de dimensiones 3m de altura de 2mm x 2pulgadas, a una profundidad de 40cm para darles más estabilidad al momento de ser fundidos. Estos se encontraban ubicados a una altura de 1.07cm desde el piso cimentado. Se colocó 7 tubos en total con una altura de 2.7m.

#### 2.4.7. Soldar la malla sobre los tubos

Para el cerramiento del patio se recortó varios cuadros de malla para poder proceder a ubicarlos en los tubos.



Fig. 40 Fijación de la malla a los tubos

Fuente (Autor, 2020)

Se fue soldando la malla sobre los tubos de acero galvanizado, tomando en cuenta la altura correspondiente y adecuada para una buena seguridad y estética.

#### **2.4.8. Esterilización del terreno del patio de pruebas**

Para que el patio permanezca en buenas condiciones por un largo tiempo se usó aceite quemado y glifosato una sustancia química que se usa para matar y quitar todo tipo de maleza.



Fig. 41 Esterilización del terreno del patio de pruebas

Fuente (Autor, 2020)

Se esterilizo el patio de pruebas primeramente con aceite quemado para que muera todo tipo de maleza y continuamente se fumigo con glifosato para tener más seguridad de que no nacerá nuevamente.

#### **2.4.9. Distribución de la piedra (chispa) en el patio de pruebas**

Se colocó chispa que es una piedra de tipo delgada, se empleó esta clase de piedra ya que es un material más adecuado y delicado para que transiten las personas dentro del patio.





Fig. 42 Distribución de la chispa en el patio

Fuente (Autor, 2020)

Se distribuyo varias capaz de chisma en el patio para que se tenga una mayor duración y no se pierda con el pasar del tiempo y también para que el patio tenga una buena presentación.

#### **2.4.10. Pintar el patio de pruebas**

Se empleo pintura anticorrosiva para cubrir la malla y los postes, ya que este tipo de pintura no se daña con el pasar del tiempo.



Fig. 43 Recubrimiento del patio de pruebas con pintura anticorrosiva

Este fue el último paso a seguir para dar finalizado la construcción del patio de pruebas para el montaje de luminarias de alumbrado público.

#### 2.4.11. Selección de luminarias led y de sodio

Las luminarias seleccionadas para el montaje en el patio de pruebas fueron tanto de led y de sodio ya que son las que más se usan hoy en día, debido a la nueva tecnología implementada de las luminarias Led, han eliminado el uso de los demás tipos de luminarias que existían.

#### 2.4.12. Luminaria Led- *Ventra<sup>LM</sup>* de 90W

Este modelo de luminaria combina las mejores características tanto de la forma clásica como vanguardista como se aprecia en la Figura 44, incluye controles ópticos que contribuyen a un ahorro de energía. Ofrece una opción de dos ópticas de ingeniería de precisión, distribuciones que brindan un control superior y maximizan los niveles de luz.



Fig. 44 Luminaria Led- *Ventra<sup>LM</sup>* de 90W

Fuente (Autor, 2020)

La luminaria de la Figura 44, posee una carcasa resistente para accesorios a presión que proporciona años de operación confiable. Incluyen paquetes de lúmenes que van desde los 3.900 a 31.200 lúmenes. Trabaja con una eficiencia de hasta 130 lm/w. Incluye fotocélula de 3 pines y fotocélula, esto se incluye para precisión desde el anochecer hasta el amanecer.

Tabla 12. Características técnicas de luminaria Led de 90w

Características técnicas	
<b>Modelo</b>	AL5747715A
<b>Potencia</b>	90w
<b>Voltaje</b>	100-277V
<b>Frecuencia</b>	50/60Hz
<b>Lúmenes</b>	11700lm
<b>Factor de potencia</b>	>0.95
<b>Temperatura de color</b>	5000K

Fuente (Adaptado de hoja técnica de Luminaria)

Tabla 13. Dimensiones de la luminaria Led- *Ventra<sup>LM</sup>* de 90W

Potencia	Dimensiones		
	A	B	C
<b>80W-120W</b>	505.7	222.6	86.3

Fuente (Adaptado de hoja técnica de Luminaria)

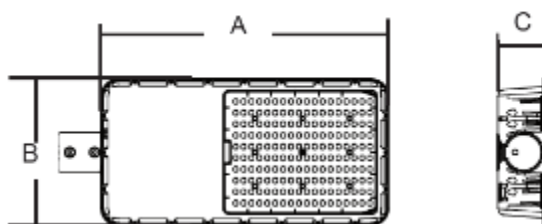


Fig. 45 Dimensiones de la luminaria Led- *Ventra<sup>LM</sup>* de 90W  
Fuente (Autor, 2020)

#### 2.4.13. Luminaria Led- VICTORIA de 50W

Este modelo de luminaria presenta varias características como, protección atmosférica, dispone de un lente templado en policarbonato IP65 para una óptica distribución de luz y alto flujo luminoso, también dispone de una estructura de aluminio fundido con protección IK08.



Fig. 46 Luminaria Led- VICTORIA de 50W

Fuente (Autor, 2020)

Tabla 14. Características técnicas de luminaria Led de 50w

<b>Características técnicas</b>	
<b>Modelo</b>	Euro Gris Oscuro
<b>Potencia</b>	50w
<b>Voltaje</b>	100-265V
<b>Frecuencia</b>	50/60Hz
<b>Lúmenes</b>	4181lm
<b>Factor de potencia</b>	>0.90
<b>Eficiencia</b>	120lm/w
<b>Temperatura de color</b>	4000K

Fuente (Adaptada de hoja técnica de luminaria)

Tabla 15. Dimensiones de luminaria Led- LEDVANCE de 90W.

<b>Dimensiones</b>			
<b>Potencia</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>90W</b>	51	9.5	24

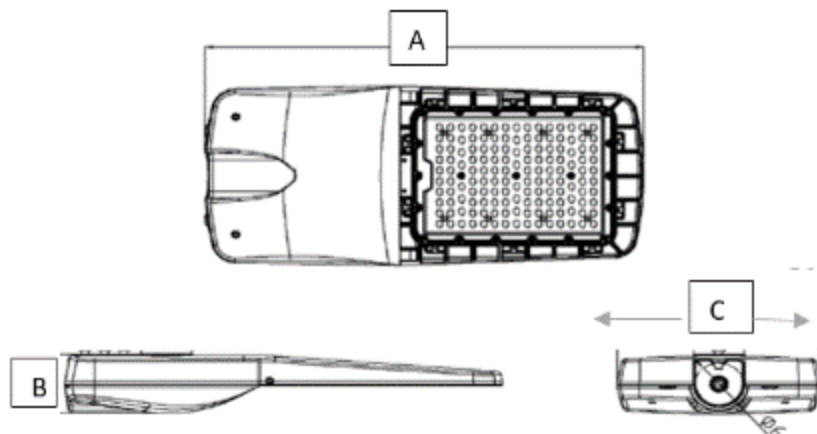


Fig. 47 Dimensiones de luminaria Led- VICTORIA de 90W.

Fuente (Autor, 2020)

#### 2.4.14. Luminaria de sodio de 150W

Con la adquisición de la luminaria de vapor de sodio de baja presión se representó el uso de este tipo de luminarias en tiempos pasados ya que hoy en día se está reemplazando el uso de estas luminarias a luminarias led.



Fig. 48 Luminaria de vapor de sodio de baja presión

Fuente (Autor, 2020)

La luminaria de la Figura 48, posee una forma ovalada, con una carcasa muy resistente a cambios atmosféricos y a accesos de presión. Incluye una fotocélula que trabaja desde el anochecer hasta el amanecer.



Tabla 16. Características técnicas de Luminaria de sodio de 150w

Características Técnicas	
<b>Modelo</b>	LAPAL II
<b>Voltaje</b>	208/220/240V
<b>Potencia</b>	150w
<b>IP Eléctrico</b>	IP66
<b>IP Óptico</b>	IP66

Fuente (Adaptado de hoja técnica de luminaria)

#### 2.4.15. Estructuras

- **Brazo de un doblez con un ángulo de inclinación de 15° con base de tol**

Este tipo de brazo es de acero galvanizado de 1m de longitud, con un grosor que varía entre 1" o 1 ½"x2mm, con una inclinación de 15° con base de abrazadera para unirlo al poste.



Fig. 49 Brazo de un doblez con un ángulo de inclinación de 15° con base de tol

Fuente (Autor, 2020)

- **Brazo de un doblez con un ángulo de inclinación de 15° con doble abrazadera**

Este tipo de brazo es de acero galvanizado de 1.50m de longitud, con un grosor que varía entre 1" o 1 ½"x2mm, con una inclinación de 15° con base de abrazadera para unirlo al poste.



Fig. 50 Brazo de un doblez con un ángulo de inclinación de 15° con doble abrazadera

Fuente (Autor, 2020)

- **Brazo recto con doble abrazadera**

Este tipo de brazo es de acero galvanizado de 1.50m de longitud, con un grosor que varía entre 1" o 1 ½"x2mm, con base de abrazadera para unirlo al poste.



Fig. 51 Brazo recto con doble abrazadera

Fuente (Autor, 2020)

#### **2.4.16. Software DIALux**

Este software sirve para la creación de proyectos profesionales o sencillos, es así que este facilita el trabajo de diseñar sistemas de iluminación tanto para interiores como para exteriores. (Hinostroza, 2017)

DIALux está integrado por una gran cantidad de funciones lo cual lo caracteriza al momento de desarrollar proyectos de iluminación, estos son las principales:

- **DIALux en interiores**

En esta área se puede constituir lo que es toda la planificación lumínica de un proyecto arquitectónico. Se puede realizar la proyección de diversas plantas hasta dormitorios, identificando los puntos con más o menos luz.

- **DIALux en exteriores**

Aquí se puede hacer el diseño de lugares que se encuentran al aire libre, estos sean, carreteras, áreas verdes, estacionamientos, entre otros.

- Luz artificial y luz del día

Este software adopta la luz artificial y la luz del día, con el objetivo de crear un espacio armonioso para las personas del hogar, también se puede hacer combinaciones que se adecuen a las necesidades del lugar.

- Distribución de luz

Esta herramienta alcanza toda la información con respecto a la distribución de la luz, mostrándola mediante gráficos y proyecciones fotográficas en una diversa variedad de colores, con esto se puede examinar de manera visual cada proyección realizada.

- Normas

DIALux accede a planificar los proyectos usando las exigencias de los estándares actuales, logrando así emplear los estándares que el sector de la construcción pide para una correcta iluminación.

Este programa es de descarga gratuita y su instalación es fácil y rápida. Contiene también una variedad de catálogos online que proceden de varios socios que integran el software. Los socios que integran DIALux son más de 190 fabricantes alrededor del mundo los cuales comparten sus archivos. (Econova, 2021)

## **2.5. Propuesta para la elaboración de un manual de procedimientos**

Una vez cumplido con lo planteado en el objetivo número dos que menciona lo siguiente: Emular un patio de pruebas para el montaje de luminarias de alumbrado público, se tuvo como resultados la construcción del patio de pruebas, que serviría más adelante para las actividades propuesta sobre el montaje de luminarias, energización de las mismas y toma de pruebas de luminancia. Para poder cumplir con estas actividades propuestas los equipos necesarios a utilizar son, trepadoras eléctricas para poder subir al poste a realizar el montaje, cinturón de seguridad, casco, guantes, gafas, para realización de pruebas de luminancia se empleará un Luxómetro.

Para la construcción del patio se realizó la implementación de materiales como tubos de acero galvanizado, malla electrosoldada para el cerramiento del patio, postes para el montaje de las luminarias, entre otros materiales de construcción. También se hizo la adquisición de tres luminarias, dos luminarias tipo led y una luminaria de sodio y tres estructuras para su montaje, una de 1m de longitud con base de tol y las dos restantes de 1.50m con doble abrazadera.

Con todos estos resultados se elaborará un manual de procedimientos que constará de pasos que se debe seguir para un correcto montaje, normas de seguridad para evitar accidentes y de los equipos que se debe emplear para el montaje.



Fig. 52 Resultado del patio de pruebas para el montaje de luminarias de alumbrado público

Fuente (Autor, 2020)

## **Capítulo III**

### **3. Elaborar un manual de procedimientos y normas de seguridad para el montaje de luminarias de alumbrado público**

En este apartado se dará cumplimiento al objetivo número tres del trabajo propuesto; que es la elaboración de un manual de procedimientos.

#### **3.1. Introducción**

En este capítulo se elaborará un manual de procedimientos el cual abarcará; los procedimientos que se deben seguir para un correcto montaje, las normas de seguridad que se deben tener para evitar lesiones o accidentes graves y equipos que se deben usar al momento de realizar el montaje de luminarias.

#### **3.2. Procedimientos para el montaje de luminaria tipo Led con estructura recta con doble abrazadera de 90W**

Para el montaje de esta luminaria se debe seguir una serie de procedimientos o pasos para que la instalación se la realice de una manera correcta y segura, antes de continuar con el proceso se debe tener en cuenta las principales reglas para predominar la seguridad de la persona encargada en realizar la instalación.

##### **3.2.1. Reglas de oro en trabajos sin voltaje**

- Abrir todas las fuentes de voltaje a través de interruptores y seccionadores que aseguren la imposibilidad de un cierre inesperado.
- Bloquear y etiquetar todas las fuentes de maniobra.
- Comprobar adecuadamente la usencia de voltaje.
- Colocar a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de voltaje.
- Ubicar señales de seguridad, delimitando el área de trabajo.

##### **3.2.2. Equipos de protección individuales**

- Casco dieléctrico
- Zapatos dieléctricos antideslizantes
- Guantes aislantes, PVC o de cuero
- Lentes de seguridad contra impactos
- Ropa de trabajo
- Cinturón, arnés y faja de seguridad

### **3.2.3. Accesorios y herramientas de trabajo**

- Trepadoras para postes de hormigón
- Herramientas de corte, de presión, de sujeción, etc.
- Equipos de señalización y delimitación de trabajo

### **3.2.4. Requerimientos de seguridad previos a la ejecución del trabajo**

- Todo el personal que interceda en la aérea de trabajo, debe poseer el Certificado de Competencia Laboral actual.
- Todo el personal que realice el trabajo debe contar con su propio carnet de identificación de la empresa.
- Todo el personal que sea parte del trabajo debe estar en perfecto estado de salud.
- Todo el personal debe tener conocimientos de primeros auxilios, principalmente en la técnica de respiración artificial y masaje cardiaco externo.
- Todo vehículo que se encuentre en el área de trabajo debe tener botiquín de primeros auxilios.
- El personal que se encuentre realizando el trabajo no debe poseer teléfonos móviles, relojes, anillos o pulseras.
- El uso de quipos de protección personal y equipos de protección colectiva son obligatorios.
- Los grupos de trabajo no deben integrar más de 5 personas, ni menos de 2 personas.
- Todo trabajo eléctrico se realizará en presencia y bajo la dirección y supervisión de un Técnico designado por el área a cargo.

### **3.2.5. Procedimiento en ejecución**

- Se debe tener listos todos los materiales previos al montaje como son, luminaria led de 90W, estructura recta con doble abrazadera, fotocelda, cable número 14 AWG, abrazaderas para la estructura, pernos y tuercas para sujetar las abrazaderas al brazo.



Fig. 53 Materiales empleados previos al montaje

Fuente (Autor,2021)

- Disponer de las herramientas adecuadas para realizar las diferentes actividades con respecto al montaje de la luminaria como son; llave número 16, llaves de pico grande y mediana y llaves hexagonales. Referente a las herramientas que se debe disponer para la energización de la luminaria son; pinza, alicate, estilete, destornillador y cinta aislante.



Fig. 54 Herramientas usadas tanto en el montaje y energización de la luminaria

Fuente (Autor, 2021)

- Verificar que la luminaria se encuentre armada con todos los accesorios, estos son; conectores y terminales adecuadamente ajustados, las abrazaderas colocadas apropiadamente con sus respectivos pernos y tuercas de sujeción. La



longitud del conductor de alimentación debe ser la correcta con la distancia desde el punto de instalación de la luminaria hasta la red eléctrica.

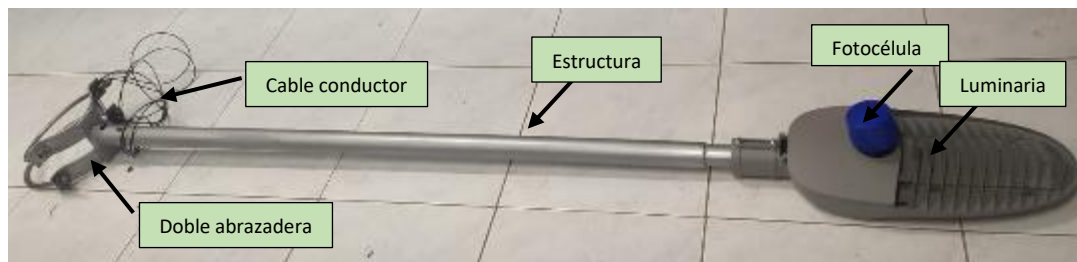


Fig. 55 Luminaria Led de 90W armada con todos sus accesorios

Fuente (Autor,2021)

- La persona encargada de realizar el montaje, debe subir hasta la altura en la cual se instalará la luminaria, este debe asegurarse con el equipo de protección personal contra caídas (cinturón, arnés y faja de seguridad) dando uso al sistema de anclaje.



Fig. 56 Técnico sube hasta la altura donde se instalará la luminaria

Fuente (Autor,2021)



- Se debe sujetar el brazo de la luminaria a un cabo de servicio, un ayudante que debe estar en la parte baja junto al poste debe ayudar a elevar la luminaria hasta el punto de instalación. De ser necesario, se puede colocar una polea con cabo de servicio en la parte superior para mayor facilidad del trabajo. En el caso de usar carro canasta la luminaria subirá junto con el técnico encargado.



Fig. 57 Sujetar el brazo de la luminaria a un cabo de servicio para subir la luminaria hasta la altura de montaje

Fuente (Autor,2021)

- El técnico instala la luminaria en el poste, se debe considerar las distancias de despeje en relación a alimentadores y elementos energizados, para esto se emplea las abrazaderas, pernos de sujeción y apretando las tuercas con la llave número 16 y llaves de pico, hasta que queden totalmente sujetas.



Fig. 58 Instalar la luminaria en el poste

Fuente (Autor,2021)

- Continuamente, se debe instalar la luminaria en forma perpendicular con respecto a la vía o dependiendo del plano de diseño se instalará en diferente orientación. Hay que tener en cuenta que al momento de instalar la luminaria la fotocélula ya debe estar colocada, ya que si se coloca después de la instalación será un poco complicado debido a la altura que se encuentra montada. También es recomendable hacer uso de un nivel para mejores resultados de alineación de la luminaria.



Fig. 59 Instalando la luminaria de una forma correcta dependiendo del diseño

Fuente (Autor,2021)

- El técnico coloca el conductor de alimentación de la luminaria de acuerdo a las normas de instalación y puesta en operación que consta en la homologación de

las unidades de propiedad, guardando la estética de la instalación, y se ejecuta las conexiones de la luminaria en la red eléctrica empleando conectores homologados para unidades de construcción de la red eléctrica.

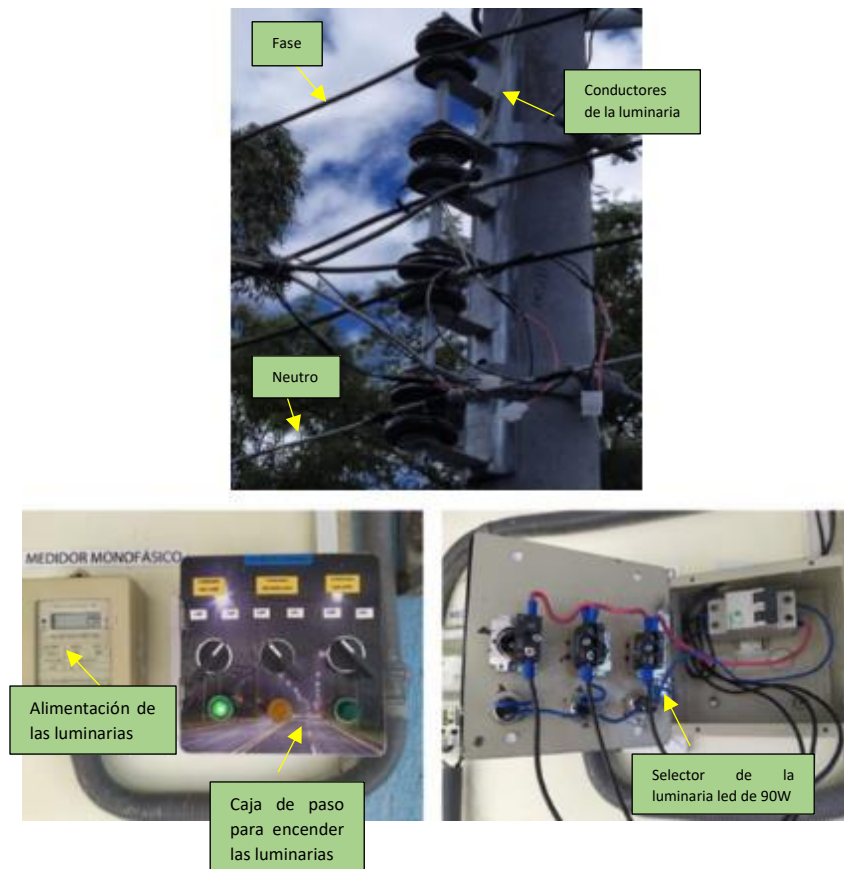


Fig. 60 Proceso de energización de la luminaria

Fuente (Autor,2021)

- Se realiza pruebas de funcionamiento de las luminarias.



Fig. 61 Pruebas de funcionamiento de luminaria led de 90W

Fuente (Autor,2021)

- Si las luminarias son autocontroladas, el técnico tapa la fotocélula con el propósito de verificar que la luminaria se encienda y apague con normalidad.



Fig. 62 Verificación del funcionamiento de la luminaria, tapando la fotocélula con cualquier objeto que la cubra por completo

### 3.2.6. Tiempos empleados durante el montaje de la luminaria tipo Led de 90W

Ítem	Actividad	Tiempo (minutos)
1	Solicitar autorización al docente a cargo	3minutos
2	Verificar el buen estado de los materiales de protección personal y herramientas a usar	3minutos
3	Colocarse el EPP de manera correcta	10minutos

4	Comprobar que la luminaria esta armada con todos sus accesorios	2minutos
5	Subir al poste mediante el uso de trepadoras, cinturón de seguridad y demás EPP	5minutos
6	Subir la luminaria hasta la altura deseada	3minutos
7	Instalar la luminaria al poste	15 minutos
8	Energización de la luminaria	10minutos
9	Pruebas de funcionamiento de la luminaria	2minutos
10	En caso de controlar la luminaria con fotocelda, tapar la fotocelda y verificar que esté funcionando correctamente	2minutos

Fuente (Autor,2021)

### **3.3. Procedimientos para el montaje de luminaria tipo Led con estructura de un doblez con un ángulo de inclinación de 15° con doble abrazadera de 50W**

Para el montaje de luminaria se debe seguir una serie de procedimientos o pasos para que la instalación se la realice de una manera correcta y segura, antes de continuar con el proceso se debe tener en cuenta las principales reglas para predominar la seguridad de la persona encargada en realizar la instalación.

#### **3.3.1. Reglas de oro en trabajos sin voltaje**

- Abrir todas las fuentes de voltaje a través de interruptores y seccionadores que aseguren la imposibilidad de un cierre inesperado.
- Bloquear y etiquetar todas las fuentes de maniobra.
- Comprobar adecuadamente la usencia de voltaje.
- Colocar a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de voltaje.
- Ubicar señales de seguridad, delimitando el área de trabajo.

#### **3.3.2. Equipos de protección individuales**

- Casco dieléctrico
- Zapatos dieléctricos antideslizantes
- Guantes aislantes, PVC o de cuero
- Lentes de seguridad contra impactos
- Ropa de trabajo
- Cinturón, arnés y faja de seguridad

### **3.3.3. Accesorios y herramientas de trabajo**

- Trepadoras para postes de hormigón
- Herramientas de corte, de presión, de sujeción, etc.
- Equipos de señalización y delimitación de trabajo

### **3.3.4. Requerimientos de seguridad previos a la ejecución del trabajo**

- Todo el personal que interceda en la aérea de trabajo, debe poseer el Certificado de Competencia Laboral actual.
- Todo el personal que realice el trabajo debe contar con su propio carnet de identificación de la empresa.
- Todo el personal que sea parte del trabajo debe estar en perfecto estado de salud.
- Todo el personal debe tener conocimientos de primeros auxilios, principalmente en la técnica de respiración artificial y masaje cardiaco externo.
- Todo vehículo que se encuentre en el área de trabajo debe tener botiquín de primeros auxilios.
- El personal que se encuentre realizando el trabajo no debe poseer teléfonos móviles, relojes, anillos o pulseras.
- El uso de quipos de protección personal y equipos de protección colectiva son obligatorios.
- Los grupos de trabajo no deben integrar más de 5 personas, ni menos de 2 personas.
- Todo trabajo eléctrico se realizará en presencia y bajo la dirección y supervisión de un Técnico designado por el área a cargo.

### **3.3.5. Procedimiento en ejecución**



- Se debe tener listos todos los materiales previos al montaje como son, luminaria led de 50W, estructura de un doblez con un ángulo de inclinación de 15° con doble abrazadera, cable número 14 AWG, abrazaderas para la estructura, pernos y tuercas para sujetar las abrazaderas al brazo.



Fig. 63 Materiales empleados durante el montaje de la luminaria led de 50W

Fuente (Autor, 2021)

- Disponer de las herramientas adecuadas para realizar las diferentes actividades con respecto al montaje de la luminaria como son; llave número 16, llaves de pico grande y mediana y llaves hexagonales. Referente a las herramientas que se debe disponer para la energización de la luminaria son; pinza, alicate, estilete, destornillador y cinta aislante.



Fig. 64 Herramientas usadas tanto para el montaje y energización de la luminaria

Fuente (Autor, 2021)

- Verificar que la luminaria se encuentre armada con todos los accesorios, estos son; conectores y terminales adecuadamente ajustados, las abrazaderas colocadas apropiadamente con sus respectivos pernos y tuercas de sujeción. La longitud del conductor de alimentación debe ser la correcta con la distancia desde el punto de instalación de la luminaria hasta la red eléctrica.



Fig. 65 Luminaria led de 50W armada con todos los accesorios

Fuente (Autor, 2021)

- La persona encargada de realizar el montaje, debe subir hasta la altura en la cual se instalará la luminaria, este debe asegurarse con el equipo de protección personal contra caídas (cinturón, arnés y faja de seguridad) dando uso al sistema de anclaje.



Fig. 66 Técnico sube hasta la altura donde se montará la luminaria

Fuente (Auto,2021)



- Se debe sujetar el brazo de la luminaria a un cabo de servicio, un ayudante que debe estar en la parte baja junto al poste debe ayudar a elevar la luminaria hasta el punto de instalación. De ser necesario, se puede colocar una polea con cabo de servicio en la parte superior para mayor facilidad del trabajo. En el caso de usar carro canasta la luminaria subirá junto con el técnico encargado.



Fig. 67 Sujetar el brazo de la luminaria a un cabo de servicio

Fuente (Autor, 2021)

- El técnico instala la luminaria en el poste, se debe considerar las distancias de despeje en relación a alimentadores y elementos energizados, para esto se emplea las abrazaderas, pernos de sujeción y apretando las tuercas con llaves de pico y llave #16 hasta que queden totalmente sujetas.



Fig. 68 Instalación de la luminaria led de 50w al poste con ayuda de herramienta adecuada

- Continuamente, se debe instalar la luminaria en forma perpendicular con respecto a la vía o dependiendo del plano de diseño se instalará en diferente orientación. También es recomendable hacer uso de un nivel para mejores resultados de alineación de la luminaria.



Fig. 69 instalando la luminaria de una forma adecuado dependiendo del diseño

Fuente (Autor,2021)

- El técnico coloca el conductor de alimentación de la luminaria de acuerdo a las normas de instalación y puesta en operación que consta en la homologación de las unidades de propiedad, guardando la estética de la instalación, y se ejecuta las conexiones de la luminaria en la red eléctrica empleando conectores homologados para unidades de construcción de la red eléctrica.



Fig. 70 Energización de la luminaria led de 50w

Fuente (Autor,2021)

- Se realiza pruebas de funcionamiento de las luminarias.



Fig. 71 Pruebas de funcionamiento de la luminaria

Fuente (Autor,2021)

### 3.3.6. Tiempos empleados durante el montaje de la luminaria tipo Led de 50W

Ítem	Actividad	Tiempo (minutos)
1	Solicitar autorización al docente a cargo	3 minutos

2	Verificar el buen estado de los materiales de protección personal y herramientas a usar	3 minutos
3	Colocarse el EPP de manera correcta	10 minutos
4	Comprobar que la luminaria esta armada con todos sus accesorios	2 minutos
5	Subir al poste mediante el uso de trepadoras, cinturón de seguridad y demás EPP	5 minutos
6	Subir la luminaria hasta la altura deseada	3 minutos
7	Instalar la luminaria al poste	15 minutos
8	Energización de la luminaria	10 minutos
9	Pruebas de funcionamiento de la luminaria	2 minutos

### **3.4. Procedimientos para el montaje de luminaria de Sodio con estructura de un doblez con ángulo de inclinación de 15° con base de tol de 150W**

Para el montaje de luminaria se debe seguir una serie de procedimientos o pasos para que la instalación se la realice de una manera correcta y segura, antes de continuar con el proceso se debe tener en cuenta las principales reglas para predominar la seguridad de la persona encargada en realizar la instalación.

#### **3.4.1. Reglas de oro en trabajos sin voltaje**

- Abrir todas las fuentes de voltaje a través de interruptores y seccionadores que aseguren la imposibilidad de un cierre inesperado.
- Bloquear y etiquetar todas las fuentes de maniobra.
- Comprobar adecuadamente la usencia de voltaje.
- Colocar a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de voltaje.
- Ubicar señales de seguridad, delimitando el área de trabajo.

### **3.4.2. Equipos de protección individuales**

- Casco dieléctrico
- Zapatos dieléctricos antideslizantes
- Guantes aislantes, PVC o de cuero
- Lentes de seguridad contra impactos
- Ropa de trabajo
- Cinturón, arnés y faja de seguridad

### **3.4.3. Accesorios y herramientas de trabajo**

- Trepadoras para postes de hormigón
- Herramientas de corte, de presión, de sujeción, etc.
- Equipos de señalización y delimitación de trabajo

### **3.4.4. Requerimientos de seguridad previos a la ejecución del trabajo**

- Todo el personal que interceda en la aérea de trabajo, debe poseer el Certificado de Competencia Laboral actual.
- Todo el personal que realice el trabajo debe contar con su propio carnet de identificación de la empresa.
- Todo el personal que sea parte del trabajo debe estar en perfecto estado de salud.
- Todo el personal debe tener conocimientos de primeros auxilios, principalmente en la técnica de respiración artificial y masaje cardiaco externo.
- Todo vehículo que se encuentre en el área de trabajo debe tener botiquín de primeros auxilios.
- El personal que se encuentre realizando el trabajo no debe poseer teléfonos móviles, relojes, anillos o pulseras.
- El uso de quipos de protección personal y equipos de protección colectiva son obligatorios.
- Los grupos de trabajo no deben integrar más de 5 personas, ni menos de 2 personas.
- Todo trabajo eléctrico se realizará en presencia y bajo la dirección y supervisión de un Técnico designado por el área a cargo.

### **3.4.5. Procedimiento en ejecución**

- Se debe tener listos todos los materiales previos al montaje como son, luminaria led de 150W, estructura, fotocelda, cable número 14 AWG, abrazaderas para la estructura, pernos y tuercas para sujetar las abrazaderas al brazo.



Fig. 72 Materiales usados durante el montaje de la luminaria de sodio de 150W

Fuente (Autor, 2021)

- Disponer de las herramientas adecuadas para realizar las diferentes actividades con respecto al montaje de la luminaria como son; llave número 16, llaves de pico grande y mediana y llaves hexagonales. Referente a las herramientas que se debe disponer para la energización de la luminaria son; pinza, alicate, estilete, destornillador y cinta aislante.



Fig. 73 Herramientas empleadas durante el montaje y energización de la luminaria



- Verificar que la luminaria se encuentre armada con todos los accesorios, estos son; conectores y terminales adecuadamente ajustados, las abrazaderas colocadas apropiadamente con sus respectivos pernos y tuercas de sujeción. La longitud del conductor de alimentación debe ser la correcta con la distancia desde el punto de instalación de la luminaria hasta la red eléctrica.

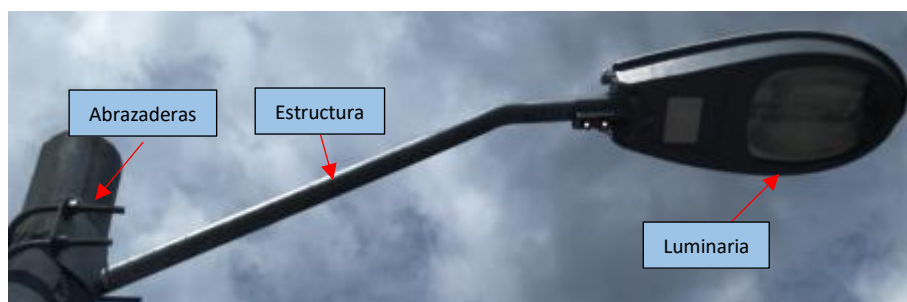


Fig. 74 Luminaria de sodio de 150w armada con todos los accesorios correspondientes

Fuente (Autor,2021)

- La persona encargada de realizar el montaje, debe subir hasta la altura en la cual se instalará la luminaria, este debe asegurarse con el equipo de protección personal contra caídas (cinturón, arnés y faja de seguridad) dando uso al sistema de anclaje.



Fig. 75 Subiendo al poste a la altura adecuada de montaje con todos los equipos de protección personal

Fuente (Autor,2021)

- Se debe sujetar el brazo de la luminaria a un cabo de servicio, un ayudante que debe estar en la parte baja junto al poste debe ayudar a elevar la luminaria hasta el punto de instalación. De ser necesario, se puede colocar una polea con cabo de servicio en la parte superior para mayor facilidad del trabajo. En el caso de usar carro canasta la luminaria subirá junto con el técnico encargado.



Fig. 76 Subir la luminaria hacia la altura de montaje con la ayuda de una cuerda sujeta al brazo

Fuente (Autor,2021)

- El técnico instala la luminaria en el poste, se debe considerar las distancias de despeje en relación a alimentadores y elementos energizados, para esto se emplea las abrazaderas, pernos de sujeción y apretando las tuercas con llaves de pico y llave #16 hasta que queden totalmente sujetas.





Fig. 77 Instalando la luminaria de sodio de 150w hacia el poste usando las llaves adecuadas

Fuente (Autor,2021)

- Continuamente, se debe instalar la luminaria en forma perpendicular con respecto a la vía o dependiendo del plano de diseño se instalará en diferente orientación. Hay que tener en cuenta que al momento de instalar la luminaria la fotocélula ya debe estar colocada, ya que si se coloca después de la instalación será un poco complicado debido a la altura que se encuentra montada. También es recomendable hacer uso de un nivel para mejores resultados de alineación de la luminaria.



Fig. 78 Instalando la luminaria de una forma correcta y dependiendo del plano de diseño

Fuente (Autor,2021)

- El técnico coloca el conductor de alimentación de la luminaria de acuerdo a las normas de instalación y puesta en operación que consta en la homologación de las unidades de propiedad, guardando la estética de la instalación, y se ejecuta las conexiones de la luminaria en la red eléctrica empleando conectores homologados para unidades de construcción de la red eléctrica.

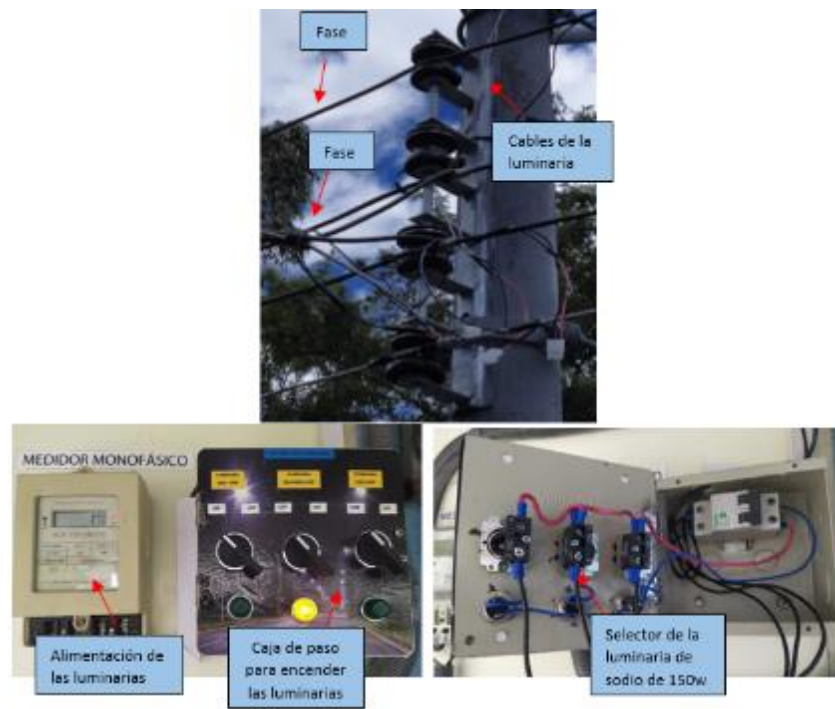


Fig. 79 Instalación de la luminaria de sodio de 150w a 220V

Fuente (Autor,2021)

- Se realiza pruebas de funcionamiento de las luminarias.



Fig. 80 Activar el selector de la luminaria para poder comprobar el buen funcionamiento de la misma

- Si las luminarias son autocontroladas, el técnico tapa la fotocélula con el propósito de verificar que la luminaria se encienda y apague con normalidad.



Fig. 81 Comprobando el buen funcionamiento de la luminaria, tapando la fotocélula

Fuente (Autor,2021)

#### 3.4.6. Tiempos empleados durante el montaje de la luminaria de Sodio de 150W

Ítem	Actividad	Tiempo (minutos)
1	Solicitar autorización al docente a cargo	3minutos
2	Verificar el buen estado de los materiales de protección personal y herramientas a usar	3minutos
3	Colocarse el EPP de manera correcta	10minutos
4	Comprobar que la luminaria esta armada con todos sus accesorios	2minutos
5	Subir al poste mediante el uso de trepadoras, cinturón de seguridad y demás EPP	5minutos
6	Subir la luminaria hasta la altura deseada	3minutos
7	Instalar la luminaria al poste	15 minutos

8	Energización de la luminaria	10 minutos
9	Pruebas de funcionamiento de la luminaria	2 minutos
10	En caso de controlar la luminaria con fotocelda, tapar la fotocelda y verificar que esté funcionando correctamente	2 minutos

### 3.5. Uso del luxómetro

En este apartado se tratará temas referentes a la iluminación o iluminancia que producen las luminarias, también se mencionará el uso del Luxómetro como equipo que se emplea para tomar este tipo de mediciones con respecto a iluminación.

#### 3.5.1. Flujo luminoso

Este término se refiere a la energía de la luz emitida en varias direcciones por cierta fuente luminosa o luminaria por unidad de tiempo. Su unidad de medida es el Lumen [lm].



Fig. 82 Flujo luminoso

Fuente (*Iluminación*, 2018)

#### 3.5.2. Iluminación o Iluminancia

Se define a la iluminación o iluminancia como el índice representativo de la densidad de flujo luminoso sobre una superficie. Relación que existe entre el flujo luminoso que está presente sobre una superficie y el tamaño de la misma, esta se mide en Luxes [lumen/m<sup>2</sup>].



Fig. 83 Iluminación

Fuente (EH Tecnología , 2019)

Para realizar la medición de luxes como ya se mencionó anteriormente el equipo más apropiado es el Luxómetro como el que se puede observar en la figura 66, este es un receptor fotosensible. (Castro & Posligua, 2015)



Fig. 84 Luxómetro

Fuente (Autor,2021)

Los niveles mínimos de iluminación recomendados para diferentes lugares de acuerdo a su exigencia se los mostrara en la tabla 14:

Tabla 17. Niveles mínimos de iluminación de ciertas áreas de trabajo o transito

Áreas o sitios de trabajo	Niveles mínimos de iluminación (Lux)
Áreas o locales de uso frecuente	50
Áreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso usual	50

Fuente: Adaptado de (Castro & Posligua, 2015)

Cabe mencionar que el nivel de iluminación de un área en la cual se realice un trabajo se medirá a la altura donde este se ejecute; por ejemplo, en áreas de uso general a 85cm del suelo y en vías de transporte a nivel del suelo.

### 3.5.3. Intensidad Luminosa

Esta intensidad luminosa es el flujo emitido en una dirección explícita, mediante el ángulo sólido que lo sujeta. Su unidad de medida es la Candela [cd], esta es la unidad elemental de la luminotecnia.



Fig. 85 Intensidad luminosa

Fuente (Salazar, 2019)

### 3.5.4. Luminancia

La luminancia es la cantidad de luz emitida en cierta dirección dada mediante una superficie luminosa o iluminada. Su unidad de medida es la candela por superficie [cd/m<sup>2</sup>] y se encuentra representado por la letra L. (Castro & Posligua, 2015)

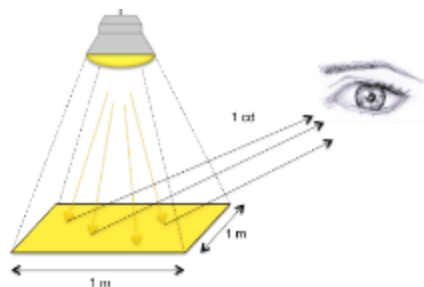


Fig. 86 Iluminancia

Fuente (Reyes, 2020)

### 3.5.5. Iluminación en carreteras

La iluminación de carreteras comprende un papel de vital importancia en cuanto a la seguridad nocturna del auto-transportista, esto con el fin de brindar una visibilidad para poder diferenciar cualquier obstáculo que se encuentre en el camino y así lograr evadirlo

a tiempo, también para poder observar claramente las señales de tránsito, sean que estén a un lado o al centro de la carretera.

Es muy importante tener en cuenta el color de revestimiento del área tanto de la carretera o calle, ya sea gris oscuro o claro, el alcance de una luminancia dada sobre el revestimiento demanda de un nivel de iluminación (lux). En la tabla 18 se puede observar algunos niveles de iluminación de ciertos lugares, recomendados por la CIE (Comisión Internacional de la Iluminación). (Ruiz, y otros, 2015)

Tabla 18. Niveles de iluminación que deben poseer ciertos lugares de tránsito dependiendo de su color de revestimiento

<b>Clases de circulación</b>	<b>Área oscura</b>	<b>Área clara</b>
<b>Vías de circulación, plazas importantes</b>	50 lux	25 lux
<b>Vías urbanas de tráfico importante y velocidad limitada</b>	30 lux	15 lux
<b>Vías residenciales</b>	20 lux	10 lux

Fuente, Adaptado de, (Ruiz, y otros, 2015)

### 3.5.6. Forma correcta del uso del Luxómetro

Al momento de realizar mediciones con el instrumento, este debe colocarse de forma horizontal con respecto al área donde se va a realizar la medición, 1m por encima del nivel del suelo, el sensor de luz del luxómetro debe permanecer hacia arriba. Si las mediciones se van a realizar en una zona iluminada de forma uniforme, lo cual no es muy común, se podría elegir cuatro posiciones aleatorias. Para tomar mediciones de un área, se debe realizar mediciones en diferentes puntos representativos (puntos de medición seleccionados no anómalos) con respecto del nivel de iluminación. La suma de los cuatro resultados se divide entre cuatro, estos puntos deben ser seleccionados en base a las observaciones del técnico encargado del monitoreo. (EARTHTECH, 2011)



Fig. 87 Forma de ubicación correcta del Luxómetro

Fuente (Autor,2021)

### 3.5.7. Simulación del patio de pruebas en el software DIALux

Se realizó la respectiva simulación del patio en DIALux como se observa en la Figura 89, tomando en cuenta todas las medidas más importantes como, longitudes del patio, altura y diámetro de los postes, distancias desde la malla hacia los postes, altura de montaje de las luminarias, separación entre postes, datos técnicos de las luminarias. Esta información es significativa en los cálculos con respecto a iluminación de la superficie iluminada, tanto iluminación perpendicular, vertical y horizontal, entre otros cálculos que se podrá visualizar en la parte de anexos.

Las luminarias que se empleó en la simulación del patio se podrán observar en la Figura 88, la de tipo led de 90w y 50W y la de sodio de 150W. Se puede observar el flujo luminoso, la potencia y el rendimiento lumínico total con lo que cuenta el patio de pruebas.



$\Phi_{total}$ 30363 lm	$P_{total}$ 290.0 W	Rendimiento lumínico 104.7 lm/W				
Unl.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi$	Rendimiento lumínico
1	GOLNOOR	50W	SetarehS	50.0 W	6156 lm	123.1 lm/W
1	GOLNOOR	90W	SetarehM	90.0 W	11027 lm	122.5 lm/W
1	PETRIDIS	724092	SMART VP 1x150W HST/E40 POS.C-3-A	150.0 W	13180 lm	87.9 lm/W

Fig.88 Luminarias usadas en la simulación del patio de pruebas

Fuente (Autor,2021)

La iluminación resultante del patio de pruebas de acuerdo a el Reglamento Técnico de Iluminación de Alumbrado Público “RETILAP” pag.155, que menciona que la iluminación aceptable en lugares abiertos como por ejemplo canchas, plazas, entre otros, debería ser de 50lx como mínimo.

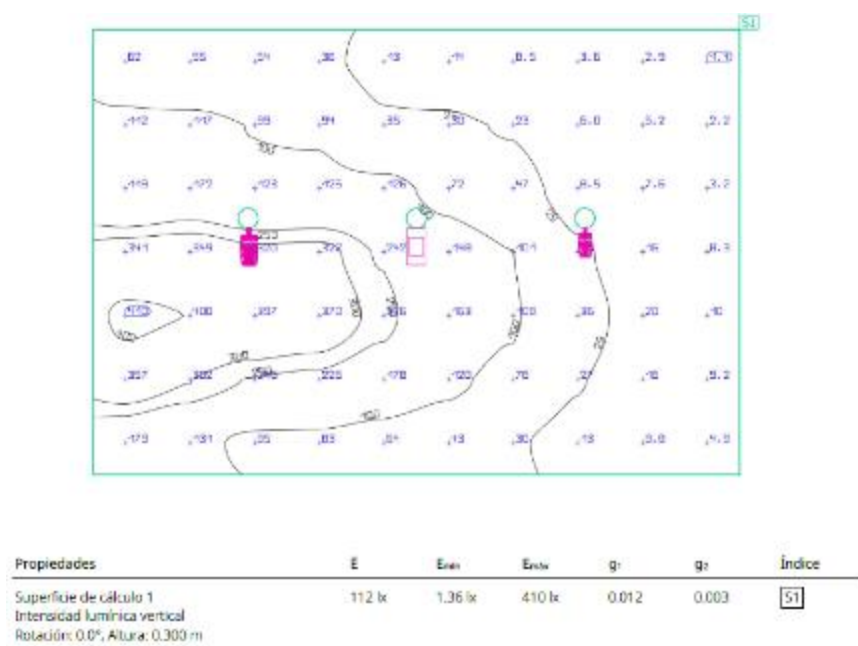


Fig.89 Simulación del patio de pruebas

Fuente (Autor,2021)

Es por esta razón que con base a los cálculos realizados en DIALux da un total de iluminación aproximadamente entre 170lx a 175lx entre las tres luminarias (ver desde figura 9 en anexos), debido a que la iluminación individual de cada luminaria esta entre los 50lx a 130lx, entonces se podría decir que la iluminación del patio de pruebas es

aceptable, ya que al ser un espacio pequeño y al no siempre estar con la presencia de peatones, esta iluminación es más correcta.

### **3.6. Manual de procedimientos y normas de seguridad para el montaje de luminarias de alumbrado público**

De acuerdo con lo planteado al inicio del presente capítulo, se elaboró un manual de procedimientos y normas de seguridad, el cual contiene todos los pasos necesarios y precisos que se debe seguir para poder realizar el montaje de una manera adecuada y segura. Dentro de cada procedimiento se menciona a detalle cómo se debe ir desarrollando el montaje, hay que tener en cuenta que antes de iniciar con el montaje se debe tener listo todos los materiales (luminarias, estructuras, fotocélulas, cable, abrazaderas, pernos) y herramientas (llaves de pico, llaves hexagonales, alicate, destornillador, cinta aislante, estilete) que se va a usar, de igual manera se debe proveer de los equipos de protección personal necesarios (casco, zapatos dieléctricos, guantes, cinturón de seguridad, gafas, entre otros) para que la persona encargada de realizar el trabajo tenga seguridad y comodidad a la hora de hacer la tarea. Al momento de estar ejecutando el montaje, principalmente a la hora de subir la luminaria hacia la altura de montaje se debe contar con una segunda persona para que sirva de ayuda, ya que al ser las estructuras y luminarias un tanto pesadas se dificulta el trabajo si solamente se encuentra una persona realizando esta labor. En cuanto a la energización de las luminarias no es un proceso complicado, para esto se debe tener claro a cuanto voltaje y potencia trabaja cada luminaria, para así poder conocer con qué tipo de cable se trabajará y las protecciones que se usará para las mismas. Es una excelente guía de formación para estudiantes de Ingeniería Eléctrica.

## **CONCLUSIONES**

Las entidades eléctricas como ARCONEL, MEER, Ministerios de Energías Renovables, ARCERNNR, entre otras, sirven como guía para tener una noción más clara sobre ciertas normas y estándares para conocer cómo realizar un correcto y seguro montaje de luminarias de alumbrado público.

La construcción del patio de pruebas para el montaje de luminarias de Alumbrado Público, servirá como un nuevo lugar didáctico para la formación o refuerzo en cuanto a los conocimientos sobre la temática, así como ejercicio de manejo de herramientas y equipos de protección personal.

La elaboración del manual de procedimientos y normas de seguridad para el montaje de luminarias de alumbrado público, contribuirá como una guía para que los estudiantes conozcan y sigan los pasos-normas con respecto al montaje de una forma correcta y segura. Así también, tengan una noción del manejo de los diferentes materiales, herramientas y que puedan emplear los equipos de protección personal adecuados y de esta manera salvaguardar su seguridad, evitando los accidentes eléctricos y reduciendo los tiempos de trabajo.

## **RECOMENDACIONES**

Para una mejora del patio de pruebas sería muy recomendable la implementación de más tipos de luminarias, tanto antiguas para saber su funcionamiento, sus elementos y su forma de instalación, como actuales para que los estudiantes tengan una más amplia forma de realizar las prácticas.

Para poder tener buenos resultados durante el montaje se debe seguir a cabalidad los procedimientos y normas que están escritos dentro del manual y para un mejor

conocimiento con lo escrito en dicho manual se podría impartir charlas sobre los temas por parte de personas con mayor instrucción en estas áreas.

Se recomienda realizar un mantenimiento regular a las luminarias y tener en cuenta la vida útil de estas, para posibles cambios en un futuro.

## Referencias

- Acuña, P. (2011). Impacto del alumbrado público con LEDs en la Red de Distribución. *Impacto del alumbrado público con LEDs en la Red de Distribución*. Universidad Nacional de Colombia, Colombia .
- Acuña, P. (2011). Impacto del Alumbrado Público con LEDs en la Red de Distribución. *Impacto del Alumbrado Público con LEDs en la Red de Distribución*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Alcalde, P. (2019). *Instalaciones Eléctricas y Automáticas* . España: Paraninfo, SA.
- Alejandro. (12 de Mayo de 2008). *Blog spot*. Obtenido de Blog spot: <https://electricidad-viatger.blogspot.com/2008/05/el-mundo-de-la-industria-y-por-ende-el.html>
- ALKE. (2016). ALKE. Obtenido de ALKE: <https://www.alke.eu/es/utilitario-electrico-grua#:~:text=Los%20peque%C3%B1os%20camiones%20con%20gr%C3%BAa,modo%20silencioso%20y%20no%20contaminante>.
- Amazon. (13 de Febrero de 2014). *Amazon*. Obtenido de Amazon: <https://www.amazon.es/Sylvania-twinarc-L%C3%A1mpara-presi%C3%B3n-shp-s-400/dp/B001QPB2GO>
- Anglés, J. (2007). *Diseño de la instalación eléctrica y de alumbrado público de la urbanización el Caracol de Tarragona*. Departamento de ingeniería electrónica, eléctrica y autónoma.
- ARCERNR. (2020). *AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ENERGÍA Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES*. Ecuador .
- ARCONEL. (2018). *EL DIRECTORIO DE LA AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ELECTRICIDAD* . Quito.
- Botero, J. (2013). *Rincon Eléctrico* . Obtenido de Rincon Eléctrico : [http://www.javierbotero.com/Javier\\_Botero/SUBESTACIONES.html](http://www.javierbotero.com/Javier_Botero/SUBESTACIONES.html)
- Cantos, J., & Pérez, J. (2018). *Instalaciones Eléctricas Básicas* . España: Paraninfo .
- Castillo, A. (23 de Diciembre de 2017). *Milenio 2020*. Obtenido de Milenio 2020: <https://www.milenio.com/estados/la-cfe-concientiza-sobre-riesgos-de-trabajar-con-redes-electricas>
- Castro, M., & Posligua, N. (2015). Diseño de iluminación con luminarias tipo led basado en el concepto eficiencia energética y confort visual, implementación de estructura para pruebas. *Diseño de iluminación con luminarias tipo led basado en el concepto eficiencia energética y confort visual, implementación de estructura para pruebas*. Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, Guayaquil.
- Checa, J. (2 de Julio de 2019). *Slideshare* . Obtenido de Slideshare : <https://es.slideshare.net/alexred/simbolos-graficos-en-electricidad-153054443>
- Chistian. (17 de Octubre de 2019). *ESPACIOCIENCIA*. Obtenido de ESPACIOCIENCIA: <https://espaciociencia.com/sabes-que-es-una-central-electrica/>

- CNEL. (2018). *INSTRUCTIVO DE TRABAJO SEGURO PARA INSTALACIÓN, MANTENIMIENTO O RETIRO DE LUMINARIAS*. Quito.
- CNEL. (2018). *INSTRUCTIVO DE TRABAJO SEGURO PARA INSTALACIÓN, MANTENIMIENTO O RETIRO DE LUMINARIAS. INSTRUCTIVO DE TRABAJO SEGURO PARA INSTALACIÓN, MANTENIMIENTO O RETIRO DE LUMINARIAS*. CNEL.
- CODI. (1 de Julio de 2018). *CODI-Construcción y diseño* . Obtenido de CODI-Construcción y diseño : <http://codi.com.ec/iluminacion-eficiente-estacionamientos/>
- Coelca. (2020). *Coelca*. Obtenido de Coelca: [http://coelcane-cp182.webprestashop.com/index.php?id\\_product=669&controller=product](http://coelcane-cp182.webprestashop.com/index.php?id_product=669&controller=product)
- Colegio de Ingenieros Mecánicos y Electricistas, AC. (2014). *Manual de Alumbrado Público*.
- Confecciones Rodrigo . (25 de Noviembre de 2017). *CR*. Obtenido de CR: <https://confeccionrodrigo.es/ropa-laboral-para-electricistas-seguridad-y-comodidad/>
- Copyright. (2020). *Definicion. De*. Obtenido de Definicion. De : <https://definicion.de/poste/>
- DAMALUX. (2020). *DAMALUX*. Obtenido de DAMALUX: <http://co.dumalux.com/index.php/kunix/alumbrado-publico-led-kunix/luminaria-alumbrado-p%C3%BAblico-led-kunix-50w-detail>
- De los Santos, E. (28 de Abril de 2018). *Blog*. Obtenido de Blog: <https://parquesalegres.org/biblioteca/blog/importancia-alumbrado-publico-y-urbano/>
- De maquinas y herramientas . (2018). *De maquinas y herramientas*. Obtenido de De maquinas y herramientas: <https://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-electricas-y-accesorios/taladros-tipos>
- De máquinas y herramientas . (2018). *De máquinas y herramientas.com*. Obtenido de De máquinas y herramientas.com: <https://www.demaquinasyherramientas.com/seguridad-elementos-de-proteccion-epp/como-son-los-arneses-de-seguridad-y-cuantos-tipos-hay>
- Dieléctricos . (Noviembre de 2016). *Seguridad en calzado*. Obtenido de Seguridad en calzado: <https://www.seguridadencalzado.com/2016/11/zapatos-dielectricos.html>
- Direct Industry . (2020). *Direct Industry* . Obtenido de Direct Industry : <https://www.directindustry.es/fabricante-industrial/arnes-trabajos-electricos-106973.html>
- DOWNLIGHT. (11 de Diciembre de 2017). *Blog*. Obtenido de Blog: <http://www.downlight.cl/blog/iluminar-plazas-parques/>
- Dream stem . (2020). *Dream stem* . Obtenido de Dream stem : <https://es.dreamstime.com/electricista-en-la-gr%C3%BAa-del-coche-recogedor-y-trabajo-con-el-poste-de-electricidad-image131721088>
- EARTHTECH. (2011). *Procedimiento para medición de iluminación en el ambiente de trabajo* .
- Econova. (26 de Mayo de 2021). *Econova* . Obtenido de Econova : <https://econova-institute.com/blog/que-es-dialux/>

- EH Tecnología . (2019). *EH Tecnología* . Obtenido de EH Tecnología :  
<http://www.ehtecnologia.com/iluminacion-sonaray/>
- El Diario . (10 de Abril de 2016). *El Diario .ec*. Obtenido de El Diario .ec:  
<https://www.eldiario.ec/noticias-manabi-ecuador/388590-poste-de-alumbrado-publico-en-mal-estado/>
- EMCALI. (2006). *NORMAS TECNICAS DE ENERGÍA*.
- EMPRESA ELÉCTRICA QUITO SA. (2015). *NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN* . Quito.
- ENEL CODENSA. (2017). *Postes metálicos para alumbrado público*. Likinormas.
- EPIS. (5 de Abril de 2018). *Blog*. Obtenido de Blog: <https://blogs.imf-formacion.com/blog/prevencion-riesgos-laborales/especial-master-prevencion/epis-riesgo-electrico/>
- Flores, G. (2016). FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO EMPLEANDO LUMINARIAS LED Y ALIMENTACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA. *FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO EMPLEANDO LUMINARIAS LED Y ALIMENTACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA*. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO, Quito.
- Glosario electricidad . (8 de Agosto de 2020). *Alicante*. Obtenido de Alicante:  
<https://glosarios.servidor-alicante.com/electricidad/luminaria>
- Gómez, R. (14 de Noviembre de 2016). *Blog WATERFIRE* . Obtenido de Blog WATERFIRE :  
[http://www.waterfire.es/blog/que-calzado-utilizar-contrarriesgos-electricos\\_26#:~:text=CALZADO%20AISLANTE%20O%20DIELECTRICO,como%20aislantes%20de%20la%20electricidad.](http://www.waterfire.es/blog/que-calzado-utilizar-contrarriesgos-electricos_26#:~:text=CALZADO%20AISLANTE%20O%20DIELECTRICO,como%20aislantes%20de%20la%20electricidad.)
- González, R. (2016). *Seguridad Eléctrica en redes de alumbrado público* . Argentina.
- H, L. (2015). A practical guide for applying the hierarchy of controls to electrical hazards. *IEEE IAS Electrical Safety Workshope* . Louisville, KY, USA: IEEE.
- Hinojosa, V. (2015). *Lámparas fluorescentes* .
- Hinostroza, M. (2017). APLICACIÓN DEL SOFTWARE DIALUX PARA OBTENER ILUMINACIÓN EFICIENTE EN EL CENTRO COMERCIAL MINKA DE SANTIAGO DE SURCO. *APLICACIÓN DEL SOFTWARE DIALUX PARA OBTENER ILUMINACIÓN EFICIENTE EN EL CENTRO COMERCIAL MINKA DE SANTIAGO DE SURCO*. Universidad Nacional Tecnológica de Lima del Sur, Lima.
- Ibañez, M. (2 de Febrero de 2013). *Slideshare*. Obtenido de Slideshare:  
<https://es.slideshare.net/manuelibanez184007/la-luz-16313340>
- Iluminación . (26 de Diciembre de 2018). *Naturgy*. Obtenido de Naturgy:  
[https://www.naturgy.es/empresas/blog/el\\_flujo\\_luminoso\\_de\\_las\\_lamparas\\_todo\\_lo\\_que\\_debes\\_saber](https://www.naturgy.es/empresas/blog/el_flujo_luminoso_de_las_lamparas_todo_lo_que_debes_saber)
- Iluminet. (2019). ¿Cómo debe ser la iluminación en carreteras? *Iluminet* .
- INDUCENTER . (2019). *INDUCENTER* . Obtenido de INDUCENTER :  
<https://www.inducenter.com.co/index.php/productos/casco-dielectrico-epi>

- INEN. (6 de Diciembre de 2018). *blogspot*. Obtenido de *blogspot*:  
<http://inennormalizacion.blogspot.com/2018/12/poste-de-hormigon-armado.html>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2015). *Iluminación en el puesto de trabajo. Criterios para la evaluación y acondicionamiento de los puestos*. Madrid: NIPO.
- Kapek. (2018). *Kapek internacional* . Obtenido de Kapek internacional :  
<http://www.kapekinternacional.com/careta-proteccion-facial-transparente.html>
- Laverde, C. e. (2019). ANÁLISIS DE CAUSALIDAD EN LOS ACCIDENTES PRODUCIDOS POR EXPOSICIÓN A ACTIVIDADES ELÉCTRICAS EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA, ECUADOR. *Revista de Ciencias De Seguridad y Defensa*, 1-13.
- Libus. (2017). *Libus.com*. Obtenido de Libus.com: <https://www.libus.com.ar/protector-facial-contra-arco-elEctrico--det--903161>
- López, S. (2015). ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO. *ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO*. Universidad Nacional de Colombia, Colombia .
- López, S. (2015). Iluminación y Alumbrado Público. *Iluminación y Alumbrado Público*. Universidad Nacional de Colombia, Colombia.
- Maialetti, R. (2017). Electrical risks assessment and management at work in Italy. *IEEE International Conference* (págs. 2-5). Milan, Italy: IEEE.
- Mayaguari Franklin, V. P. (2017). "CÁLCULO DE LA DENSIDAD DE POTENCIA ELÉCTRICA PARA EL ALUMBRADO PÚBLICO DE LAS VÍAS DE LA CIUDAD DE CUENCA". "CÁLCULO DE LA DENSIDAD DE POTENCIA ELÉCTRICA PARA EL ALUMBRADO PÚBLICO DE LAS VÍAS DE LA CIUDAD DE CUENCA". Universidad de Cuenca, Cuenca-Ecuador.
- Mendez, L. (2015). *Petróleo Mundo* . Obtenido de *Petróleo Mundo* :  
<http://petroleomundo.blogspot.com/2015/10/subestaciones-electricas.html>
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable; SIGDE(Sistema Interconectado para la Gestión de la Distribución Eléctrica) . (2011). *Homologación de las Unidades de Propiedad y Unidades de Construcción del Sistema de Distribución Eléctrica*.
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovables . (2011). *Homologación de las Unidades de Propiedad y Unidades de Construcción del Sistema de Distribución* .
- Ministerio de Minas y Energía . (2010). *Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público*. Boyacá.
- Montecelos, J. (2014). *Desarrollo de redes eléctricas y centros de transformación* . España: Paraninfo, SA.
- Moreno, J., & Romero, M. (2010). *Reglamento de Eficiencia Energetica en Instalaciones de Alumbrado Exterior y sus Instrucciones Técnicas y Complementarias EA-01 a EA-07*. España: Paraninfo .
- Moreno, N., & Cano, R. (2009). *INSTALCIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN* . España : Paraninfo .
- Mundo herramienta . (2020). *Mundo herramienta .net*. Obtenido de Mundo herramienta .net: <https://www.mundoherramienta.net/herramientas/cuchillo-electricista/>



- Narasafe . (2016). *Narasafe* . Obtenido de Narasafe : <https://narasafe.com/es/portfolio/casco-dielectrico-sin-ventilacion/>
- Norimitsu, I. (2016). Electrical Fatality Rates in Japan, 2002-2011: New Preventive Measures for Fatal Electrical Accidents. *Revista de aplicaciones industriales IEEE*, 21-26.
- Prensa CALF. (Octubre de 2015). *CALF BIEN DE TODOS* . Obtenido de CALF BIEN DE TODOS : <http://www.cooperativacalf.com.ar/que-son-las-redes-aereas-compactas-de-distribucion-de-energia-electrica/>
- Prieto, J. (15 de Octubre de 2009). *Energía eficiente* . Obtenido de Energía eficiente : <https://energiaeficiente.wordpress.com/2009/10/15/red-de-transporte-de-energia-electrica/>
- Propinsa . (2015). *Propinsa* . Obtenido de Propinsa : <http://propinsa.com/lentes-de-seguridad/>
- Proteccion laboral . (25 de Mayo de 2016). *Canales sectoriales* . Obtenido de Canales sectoriales : <https://www.interempresas.net/Proteccion-laboral/Articulos/211605-Faru-guantes-y-riesgo-electrico.html>
- R, L. (2020). *Como funciona* . Obtenido de Como funciona : <https://como-funciona.co/un-taladro/>
- R, L. (2021). *Como funciona* . Obtenido de Como funciona : <https://como-funciona.co/un-luxometro/>
- Ramirez, S. (2004). *Redes de Distribución de Energía* . Colombia : Universidad Nacional de Colombia .
- Redes de distribución*. (2014). Obtenido de Redes de distribución: <https://distribucion.webnode.com.co/estructuras/>
- REDING . (2020). *REDING GROUP*. Obtenido de REDING GROUP: <https://reding-group.com.ar/producto/chaleco-reflectivo-ever-safe/>
- Reyes, M. (4 de Marzo de 2020). *Tecnoiglesia*. Obtenido de Tecnoiglesia: <https://tecnoiglesia.com/2020/03/segundo-principio-del-diseno-de-iluminacion-luminancia/>
- Rodríguez, J. (2020). *Instalaciones de distribución*. España: Paraninfo, SA.
- Ruiz, G., Murrieta, R., Mascott, Y., Aspe, M., Ramírez, R., & Poon, C. (2015). *Manual De Iluminación Vial*. México: COPYRIGHT.
- Ruiz, J. (2016). *Instalaciones en media y baja tensión y alumbrado público vario telegestionado para parque empresarial con superficie aproximada de 200ha*. Universidad de Cevilla , Sevilla .
- Safety. (19 de Marzo de 2019). *Blog*. Obtenido de Blog: <https://blog.amigosafety.com/2019/03/todo-sobre-lentes-de-seguridad-usos.html>
- Salazar, B. (3 de Septiembre de 2019). *Ingeniería Industrial* . Obtenido de Ingeniería Industrial : <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/disenio-y-distribucion-en-planta/iluminacion/>

- Sector Electricidad . (30 de Septiembre de 2018). *Sector Electricidad* . Obtenido de Sector Electricidad : <http://www.sectorelectricidad.com/20860/las-perdidas-de-energia-electrica/>
- Sistema de gestión de la SST. (29 de Noviembre de 2017). *Blog*. Obtenido de Blog: <https://www.nueva-iso-45001.com/2017/11/epp-equipo-proteccion-personal/>
- Tagle, E. (26 de Mayo de 2018). *Sileshare*. Obtenido de Sileshare: <https://es.slideshare.net/Edisonbyron/5-reglas-de-oro-de-la-electricidad>
- Todo ferreteria . (31 de Enero de 2018). *Todo ferreteria* . Obtenido de Todo ferreteria : <http://todoferreteria.com.mx/desarmadores-y-destornilladores/>
- Twenergy . (30 de Junio de 2019). *Twenergy*. Obtenido de Twenergy: <https://twenergy.com/eficiencia-energetica/ayudas-y-subvenciones/la-red-electrica-998/>
- Twenergy. (30 de Junio de 2019). *Twenergy*. Obtenido de Twenergy: <https://twenergy.com/eficiencia-energetica/ayudas-y-subvenciones/la-red-electrica-998/>
- Workwear, K. (2018). *Gold Member*. Obtenido de Gold Member: [https://es.made-in-china.com/co\\_ketaiworkwear/product\\_Electrician-Work-Wear-Anti-Static-Work-Jacket-Safety-Workwear-Jacket\\_rionroong.html](https://es.made-in-china.com/co_ketaiworkwear/product_Electrician-Work-Wear-Anti-Static-Work-Jacket-Safety-Workwear-Jacket_rionroong.html)
- Yucra, E. (2017). ANÁLISIS COMPARATIVO DE HLP(HIGH POWER LED) PARA MEJORAR LA VIDA ÚTIL DE ALUMBRADO PÚBLICO. *ANÁLISIS COMPARATIVO DE HLP(HIGH POWER LED) PARA MEJORAR LA VIDA ÚTIL DE ALUMBRADO PÚBLICO*. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ANTIPLANO, Perú.
- Yusta, J., López, R., & Bernál, J. (2011). *Tecnología Eléctrica* . España: UNE.
- Zans, J., & Toledano, J. (2010). *Instalaciones de distribución*. España: Praninfo, S.A.
- Zaphir Trade SA. (2020). *Zaphir* . Obtenido de Zaphir: <https://zaphir.net/la-energia-electrica-en-ecuador/#:~:text=El%20mercado%20Ecuatoriano%20es%20un,vivienda%20el%20monof%C3%A1sico%20a%20120v.>
- Zuáres, R. (16 de Julio de 2016). *Medium*. Obtenido de Medium: <https://medium.com/@Rebecaspws/importancia-de-los-chalecos-de-seguridad-f048e3e8d875>
- Zúñiga, P. (9 de Mayo de 2016). *Instalaciones electricas residenciales* . Obtenido de Instalaciones electricas residenciales : <https://instalacioneselctricasresidenciales.blogspot.com/2016/05/cuando-debe-usar-guantes-un-electricista.html>

# **Anexos**

## **ANEXO 1: Explicación del proceso que se llevara a cabo**

Para el montaje de luminaria se debe seguir una serie de procedimientos o pasos para que la instalación se la realice de una manera correcta y segura, antes de continuar con el proceso se debe tener en cuenta las principales reglas para predominar la seguridad de la persona encargada en realizar la instalación.

## **ANEXO 2: Reglas de oro en trabajos sin voltaje**

Estas reglas se deben seguir siempre antes de realizar cualquier trabajo eléctrico para así evitar la producción de accidentes.

- Abrir todas las fuentes de voltaje a través de interruptores y seccionadores que aseguren la imposibilidad de un cierre inesperado.
- Bloquear y etiquetar todas las fuentes de maniobra.
- Comprobar adecuadamente la usencia de voltaje.
- Colocar a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de voltaje.
- Ubicar señales de seguridad, delimitando el área de trabajo.

## **ANEXO 3: Equipos de protección individuales**

Estos quipos son de uso obligatorio antes de empezar a realizar cualquier trabajo ya sea en altura o cualquier otra área eléctrica.

- Casco dieléctrico
- Zapatos dieléctricos antideslizantes
- Guantes aislantes, PVC o de cuero
- Lentes de seguridad contra impactos
- Ropa de trabajo
- Cinturón, arnés y faja de seguridad

## **ANEXO 4: Accesorios y herramientas de trabajo**

Estos accesorios y herramientas son de uso necesario para trabajos en altura o en situaciones normales.

- Trepadoras para postes de hormigón
- Herramientas de corte, de presión, de sujeción, etc.
- Equipos de señalización y delimitación de trabajo

#### **ANEXO 5: Requerimientos de seguridad previos a la ejecución del trabajo**

Estos son requerimientos obligatorios que debe poseer y seguir el personal encargado de realizar trabajos eléctricos.

- Todo el personal que interceda en la aérea de trabajo, debe poseer el Certificado de Competencia Laboral actual.
- Todo el personal que realice el trabajo debe contar con su propio carnet de identificación de la empresa.
- Todo el personal que sea parte del trabajo debe estar en perfecto estado de salud.
- Todo el personal debe tener conocimientos de primeros auxilios, principalmente en la técnica de respiración artificial y masaje cardiaco externo.
- Todo vehículo que se encuentre en el área de trabajo debe tener botiquín de primeros auxilios.
- El personal que se encuentre realizando el trabajo no debe poseer teléfonos móviles, relojes, anillos o pulseras.
- El uso de quipos de protección personal y equipos de protección colectiva son obligatorios.
- Los grupos de trabajo no deben integrar más de 5 personas, ni menos de 2 personas.
- Todo trabajo eléctrico se realizará en presencia y bajo la dirección y supervisión de un Técnico designado por el área a cargo.





#### **ANEXO 6: Listado de materiales usados para el montaje de luminarias**

A continuación, se enumerará todos los materiales empleados en el montaje de las luminarias de alumbrado público.






#### **ANEXO 7: Materiales para montaje de luminaria tipo Led de 90W**

Luminaria tipo led de 90W	
Material	Imagen
Luminaria les de 90W	
Estructura recta de 1.50m	
Fotocélula	
Abrazaderas y pernos de sujeción	
Cable #14AWG	
Fuente (Autor,2021)	

**ANEXO 8: Tabla 2. Materiales para el montaje de luminaria tipo Led de 50W**

Luminaria tipo led de 50W	
Material	Imagen
Luminaria	
Estructura de un dobléz de 1m	
Abrazaderas y pernos de sujeción	
Clave #14AWG	

**ANEXO 9: Tabla 3. Materiales para el montaje de luminaria de sodio de 150W**

Luminaria de sodio de 150W		
	Materiales	Imagen
Luminaria		
Estructura de un doblez con base de tol		
Fotocélula		
Abrazaderas y pernos de sujeción		
Cable #14AGW		

Fuente (Autor,2021)

**ANEXO 10: Procedimientos de montajes en ejecución**

A continuación, se mencionará cada proceso que se debe seguir para poder realizar un eficiente montaje de cada tipo de luminaria de alumbrado público.

**ANEXO 11: Procedimientos para montaje de luminaria tipo Led de 90W, con estructura recta**

- 1) Se debe tener listos todos los materiales previos al montaje como son, luminaria led de 90W, estructura recta con doble abrazadera, fotocelda, cable número 14

AWG, abrazaderas para la estructura, pernos y tuercas para sujetar las abrazaderas al brazo.

- 2) Disponer de las herramientas adecuadas para realizar las diferentes actividades con respecto al montaje de la luminaria como son; llave número 16, llaves de pico grande y mediana y llaves hexagonales. Referente a las herramientas que se debe disponer para la energización de la luminaria son; pinza, alicate, estilete, destornillador y cinta aislante.



- 3) Verificar que la luminaria se encuentre armada con todos los accesorios, estos son; conectores y terminales adecuadamente ajustados, las abrazaderas colocadas apropiadamente con sus respectivos pernos y tuercas de sujeción. La longitud del conductor de alimentación debe ser la correcta con la distancia desde el punto de instalación de la luminaria hasta la red eléctrica
- 4) La persona encargada de realizar el montaje, debe subir hasta la altura en la cual se instalará la luminaria, este debe asegurarse con el equipo de protección personal contra caídas (cinturón, arnés y faja de seguridad) dando uso al sistema de anclaje.
- 5) Se debe sujetar el brazo de la luminaria a un cabo de servicio, un ayudante que debe estar en la parte baja junto al poste debe ayudar a elevar la luminaria hasta el punto de instalación. De ser necesario, se puede colocar una polea con cabo de servicio en la parte superior para mayor facilidad del trabajo. En el caso de usar carro canasta la luminaria subirá junto con el técnico encargado.
- 6) El técnico instala la luminaria en el poste, se debe considerar las distancias de despeje en relación a alimentadores y elementos energizados, para esto se emplea las abrazaderas, pernos de sujeción y apretando las tuercas con la llave número 16 y llaves de pico, hasta que queden totalmente sujetas.

- 7) Continuamente, se debe instalar la luminaria en forma perpendicular con respecto a la vía o dependiendo del plano de diseño se instalará en diferente orientación. Hay que tener en cuenta que al momento de instalar la luminaria la fotocélula ya debe estar colocada, ya que si se coloca después de la instalación será un poco complicado debido a la altura que se encuentra montada. También es recomendable hacer uso de un nivel para mejores resultados de alineación de la luminaria.
- 8) El técnico coloca el conductor de alimentación de la luminaria de acuerdo a las normas de instalación y puesta en operación que consta en la homologación de las unidades de propiedad, guardando la estética de la instalación, y se ejecuta las conexiones de la luminaria en la red eléctrica empleando conectores homologados para unidades de construcción de la red eléctrica.
- 9) Se realiza pruebas de funcionamiento de las luminarias.
- 10) Si las luminarias son autocontroladas, el técnico tapa la fotocélula con el propósito de verificar que la luminaria se encienda y apague con normalidad.
- 11) Tiempos empleados durante el montaje de la luminaria tipo Led de 90W

Ítem	Actividad	Tiempo (minutos)
<b>1</b>	Solicitar autorización al docente a cargo	3minutos
<b>2</b>	Verificar el buen estado de los materiales de protección personal y herramientas a usar	3minutos
<b>3</b>	Colocarse el EPP de manera correcta	10minutos
<b>4</b>	Comprobar que la luminaria esta armada con todos sus accesorios	2minutos
<b>5</b>	Subir al poste mediante el uso de trepadoras, cinturón de seguridad y demás EPP	5minutos
<b>6</b>	Subir la luminaria hasta la altura deseada	3minutos
<b>7</b>	Instalar la luminaria al poste	15 minutos
<b>8</b>	Energización de la luminaria	10minutos
<b>9</b>	Pruebas de funcionamiento de la luminaria	2minutos
<b>10</b>	En caso de controlar la luminaria con fotocelda, tapar la fotocelda y verificar que esté funcionando correctamente	2minutos

Fuente (Autor,2021)



## **ANEXO 12: Procedimientos para montaje de luminaria tipo Led de 50W, con estructura de un doblez**

- 1) Se debe tener listos todos los materiales previos al montaje como son, luminaria led de 50W, estructura de un doblez con doble abrazadera, cable número 14 AWG, abrazaderas para la estructura, pernos y tuercas para sujetar las abrazaderas al brazo.
- 2) Disponer de las herramientas adecuadas para realizar las diferentes actividades con respecto al montaje de la luminaria como son; llave número 16, llaves de pico grande y mediana y llaves hexagonales. Referente a las herramientas que se debe disponer para la energización de la luminaria son; pinza, alicate, estilete, destornillador y cinta aislante.



- 3) Verificar que la luminaria se encuentre armada con todos los accesorios, estos son; conectores y terminales adecuadamente ajustados, las abrazaderas colocadas apropiadamente con sus respectivos pernos y tuercas de sujeción. La longitud del conductor de alimentación debe ser la correcta con la distancia desde el punto de instalación de la luminaria hasta la red eléctrica
- 4) La persona encargada de realizar el montaje, debe subir hasta la altura en la cual se instalará la luminaria, este debe asegurarse con el equipo de protección personal contra caídas (cinturón, arnés y faja de seguridad) dando uso al sistema de anclaje.
- 5) Se debe sujetar el brazo de la luminaria a un cabo de servicio, un ayudante que debe estar en la parte baja junto al poste debe ayudar a elevar la luminaria hasta el punto de instalación. De ser necesario, se puede colocar una polea con cabo de servicio en la parte superior para mayor facilidad del trabajo. En el caso de usar carro canasta la luminaria subirá junto con el técnico encargado.
- 6) El técnico instala la luminaria en el poste, se debe considerar las distancias de despeje en relación a alimentadores y elementos energizados, para esto se

emplea las abrazaderas, pernos de sujeción y apretando las tuercas con la llave número 16 y llaves de pico, hasta que queden totalmente sujetas.

- 7) Continuamente, se debe instalar la luminaria en forma perpendicular con respecto a la vía o dependiendo del plano de diseño se instalará en diferente orientación. También es recomendable hacer uso de un nivel para mejores resultados de alineación de la luminaria.
- 8) El técnico coloca el conductor de alimentación de la luminaria de acuerdo a las normas de instalación y puesta en operación que consta en la homologación de las unidades de propiedad, guardando la estética de la instalación, y se ejecuta las conexiones de la luminaria en la red eléctrica empleando conectores homologados para unidades de construcción de la red eléctrica.
- 9) Se realiza pruebas de funcionamiento de las luminarias.

#### 10) Tiempos empleados durante el montaje de la luminaria tipo Led de 50W

Ítem	Actividad	Tiempo (minutos)
1	Solicitar autorización al docente a cargo	3minutos
2	Verificar el buen estado de los materiales de protección personal y herramientas a usar	3minutos
3	Colocarse el EPP de manera correcta	10minutos
4	Comprobar que la luminaria esta armada con todos sus accesorios	2minutos
5	Subir al poste mediante el uso de trepadoras, cinturón de seguridad y demás EPP	5minutos
6	Subir la luminaria hasta la altura deseada	3minutos
7	Instalar la luminaria al poste	15 minutos
8	Energización de la luminaria	10minutos
9	Pruebas de funcionamiento de la luminaria	2minutos

---

Fuente (Autor,2021)

#### **ANEXO 13: Procedimientos para montaje de luminaria de sodio de 150W, con estructura de un doblez con base de tol**

- 1) Se debe tener listos todos los materiales previos al montaje como son, luminaria de sodio de 150W, fotocélula, estructura de un doblez con doble abrazadera, cable número 14 AWG, abrazaderas para la estructura, pernos y tuercas para sujetar las abrazaderas al brazo.
- 2) Disponer de las herramientas adecuadas para realizar las diferentes actividades con respecto al montaje de la luminaria como son; llave número 16, llaves de pico grande y mediana y llaves hexagonales. Referente a las herramientas que se debe disponer para la energización de la luminaria son; pinza, alicate, estilete, destornillador y cinta aislante.
- 3) Verificar que la luminaria se encuentre armada con todos los accesorios, estos son; conectores y terminales adecuadamente ajustados, las abrazaderas colocadas apropiadamente con sus respectivos pernos y tuercas de sujeción. La longitud del conductor de alimentación debe ser la correcta con la distancia desde el punto de instalación de la luminaria hasta la red eléctrica
- 4) La persona encargada de realizar el montaje, debe subir hasta la altura en la cual se instalará la luminaria, este debe asegurarse con el equipo de protección personal contra caídas (cinturón, arnés y faja de seguridad) dando uso al sistema de anclaje.
- 5) Se debe sujetar el brazo de la luminaria a un cabo de servicio, un ayudante que debe estar en la parte baja junto al poste debe ayudar a elevar la luminaria hasta el punto de instalación. De ser necesario, se puede colocar una polea con cabo de servicio en la parte superior para mayor facilidad del trabajo. En el caso de usar carro canasta la luminaria subirá junto con el técnico encargado.
- 6) El técnico instala la luminaria en el poste, se debe considerar las distancias de despeje en relación a alimentadores y elementos energizados, para esto se emplea las abrazaderas, pernos de sujeción y apretando las tuercas con la llave número 16 y llaves de pico, hasta que queden totalmente sujetas.
- 7) Continuamente, se debe instalar la luminaria en forma perpendicular con respecto a la vía o dependiendo del plano de diseño se instalará en diferente orientación. Hay que tener en cuenta que al momento de instalar la luminaria la fotocélula ya debe estar colocada, ya que si se coloca después de la instalación será un poco complicado debido a la altura que se encuentra montada. También es recomendable hacer uso de un nivel para mejores resultados de alineación de la luminaria.

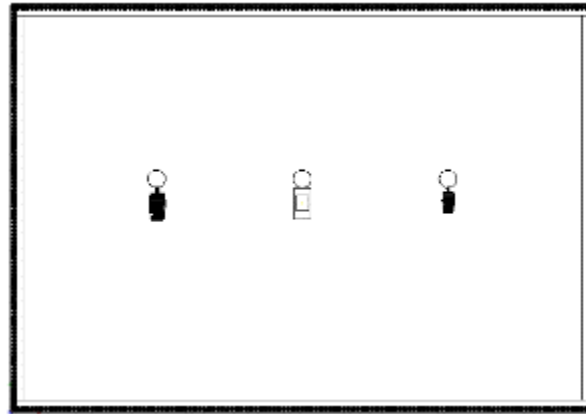
- 8) El técnico coloca el conductor de alimentación de la luminaria de acuerdo a las normas de instalación y puesta en operación que consta en la homologación de las unidades de propiedad, guardando la estética de la instalación, y se ejecuta las conexiones de la luminaria en la red eléctrica empleando conectores homologados para unidades de construcción de la red eléctrica.
- 9) Se realiza pruebas de funcionamiento de las luminarias.
- 10) Si las luminarias son autocontroladas, el técnico tapa la fotocélula con el propósito de verificar que la luminaria se encienda y apague con normalidad.
- 11) Tiempos empleados durante el montaje de la luminaria de sodio de 150W.

Ítem	Actividad	Tiempo (minutos)
1	Solicitar autorización al docente a cargo	3minutos
2	Verificar el buen estado de los materiales de protección personal y herramientas a usar	3minutos
3	Colocarse el EPP de manera correcta	10minutos
4	Comprobar que la luminaria esta armada con todos sus accesorios	2minutos
5	Subir al poste mediante el uso de trepadoras, cinturón de seguridad y demás EPP	5minutos
6	Subir la luminaria hasta la altura deseada	3minutos
7	Instalar la luminaria al poste	15 minutos
8	Energización de la luminaria	10minutos
9	Pruebas de funcionamiento de la luminaria	2minutos
10	En caso de controlar la luminaria con fotocelda, tapar la fotocelda y verificar que esté funcionando correctamente	2minutos

Fuente (Autor,2021)

#### ANEXO 14: Vista en 2D del patio de patio

Aquí se presenta una vista en 2D del patio de pruebas en donde están colocados los tres postes en los cuales se encuentran montadas las luminarias, dos tipos Led una de 90W, otra de 50W y una de sodio de 150W.

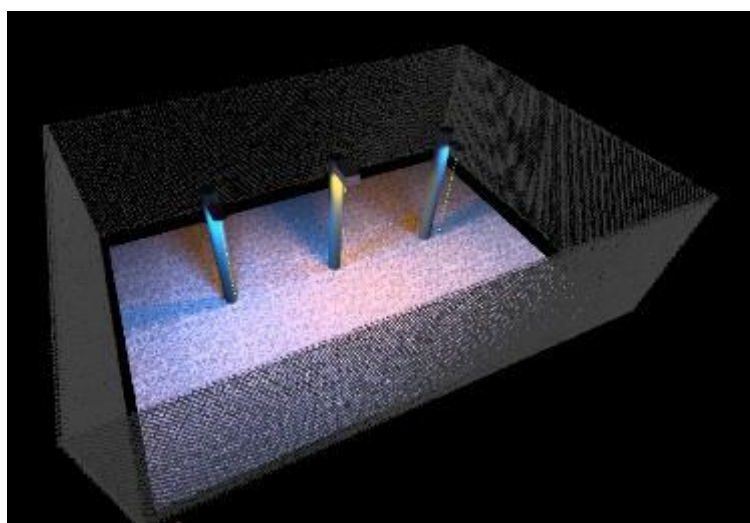


**Figura 1.** Vista en 2D del patio de pruebas

Fuente (Software DIALux)

#### **ANEXO 15: Vista en 3D del patio de pruebas**

Como se puede observar en la Figura 2 se muestra una vista en 3D del patio, como se aprecia se colocó el material usado para hacer el cerramiento con fue la malla, los postes se encuentran a la altura real que están en el patio que es de 3m sobre el suelo y las luminarias estas montadas a 2.80m sobre el suelo.



**Figura 2.** Vista el 3D del patio de pruebas

Fuente (Software DIALux)

## ANEXO 16: Cálculo de la superficie iluminada del patio de pruebas

En esta parte de la simulación se procede a realizar los cálculos de la superficie iluminada con respecto iluminación perpendicular, vertical, horizontal e intensidades luminosas.

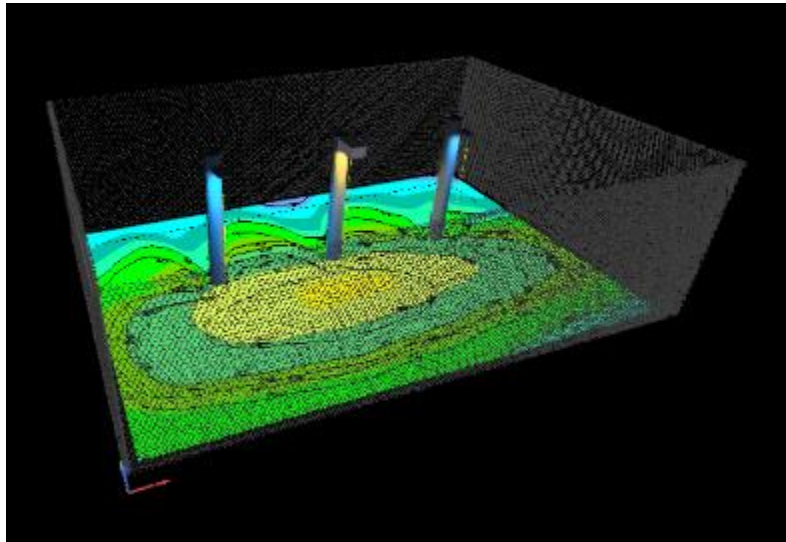


Figura 3. Cálculo de la superficie iluminada

Fuente (Software DIALux)

## ANEXO 17: Listado de luminarias usadas en DIALux (AGREGAR EL CAPITULO)

En la Figura 4 se presenta el tipo de luminarias que se usó para ejecutar la simulación, cabe mencionar que se usó las más similares a las que se montaron ya que no se logró encontrar las mismas en los catálogos que existía en el programa.

$\Phi_{total}$ 30363 lm		$P_{total}$ 290.0 W		Rendimiento lumínico 104.7 lm/W		
Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi$	Rendimiento lumínico
1	GOLNOOR	50W	SetarehS	50.0 W	6156 lm	123.1 lm/W
1	GOLNOOR	90W	SetarehM	90.0 W	11027 lm	122.5 lm/W
1	PETRIDIS	724092	SMART VP 1x150W HST/E40 POS.C-3-A	150.0 W	13180 lm	87.9 lm/W

Figura 4. Lista de luminarias usadas para la simulación

Fuente (Software DIALux)

## ANEXO 18: Ficha técnica de luminaria tipo Led de 90W usada en la simulación

Se puede observar las características técnicas de la luminaria GOLNOOR SetarehM tipo led de 90W, su intensidad luminosa, su rendimiento, entre otras.

GOLNOOR SetarehM

	
Nº de artículo	90W
P	90,0 W
$\Phi_{\text{lámpara}}$	11027 lm
$\Phi_{\text{luminaria}}$	11027 lm
$\eta$	100,00 %
Rendimiento luminico	122,5 lm/W
CCT	6500 K
CRI	75

Figura 5. Datos técnicos de luminaria tipo Led de 90W

Fuente (Software DIALux)

## ANEXO 19: Ficha técnica de luminaria tipo Led de 50W usada en la simulación

Se puede observar las características técnicas de la luminaria GOLNOOR SetarehM tipo led de 50W, su intensidad luminosa, su rendimiento, entre otras.

#### GOLNOOR SetarehS



Nº de artículo	50W
P	50.0 W
$\Phi_{\text{Lámpara}}$	6156 lm
$\Phi_{\text{luminaria}}$	6156 lm
$\eta$	100.00 %
Rendimiento luminico	123.1 lm/W
CCT	5000 K
CRI	75

**Figura 6.** Datos técnicos de luminaria tipo Led de 50W  
(Software DIALux)

#### ANEXO 20: Ficha técnica de luminaria de sodio de 150W usada en la simulación

Se puede observar las características técnicas de la luminaria PETRIDIS SMART VP de sodio de 150W, su intensidad luminosa, su rendimiento, entre otras.

#### PETRIDIS SMART VP 1x150W HST/E40 POS.C-3-A



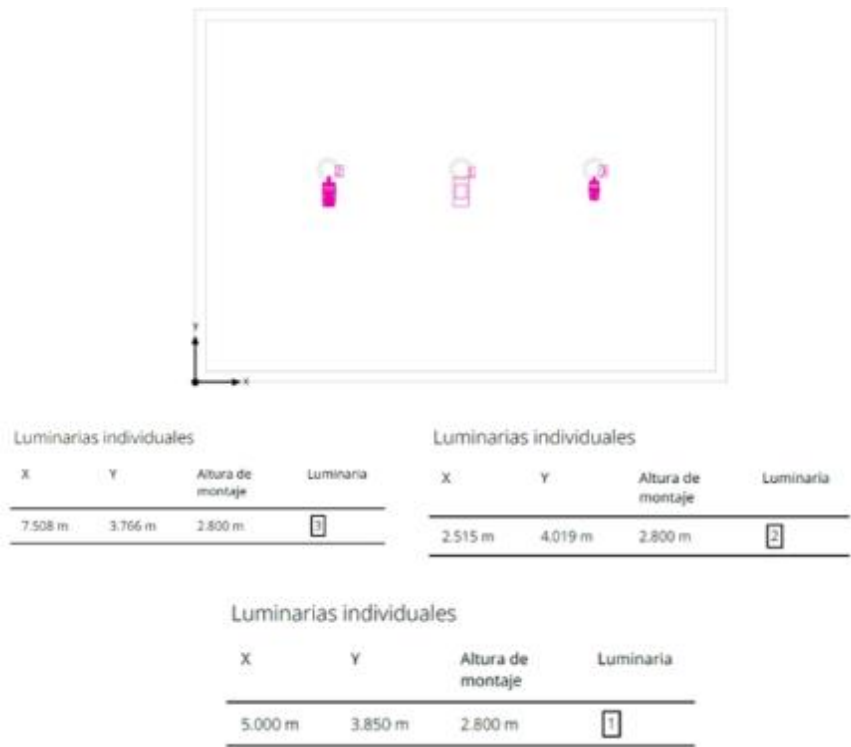
Nº de artículo	724092
P	150.0 W
$\Phi_{\text{Lámpara}}$	17500 lm
$\Phi_{\text{luminaria}}$	13180 lm
$\eta$	75.32 %
Rendimiento luminico	87.9 lm/W
CCT	2000 K
CRI	25

**Figura 7.** Datos técnicos de luminaria de sodio de 150W  
Fuente (Software DIALux)



**ANEXO 21: Plano de situación de luminarias**

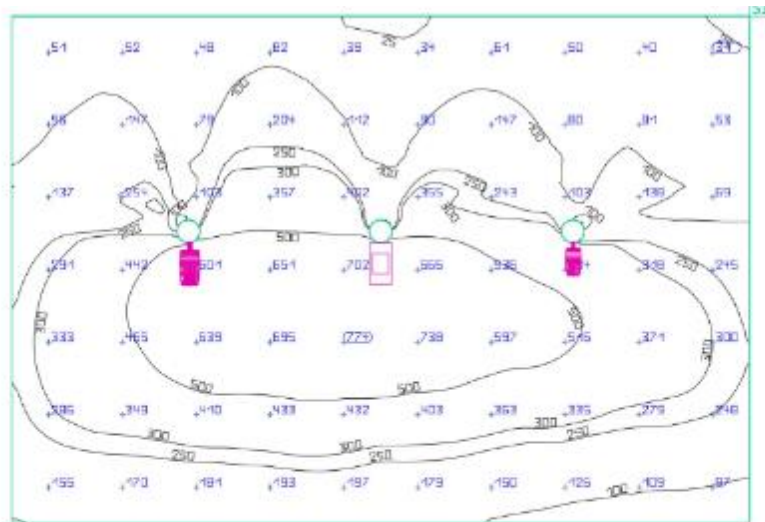
En este plano se encuentran la forma en la cual están distribuidas las luminarias, como se mira en la Figura 8. De igual forma se encuentran las distancias de cada luminaria hacia los extremos del cerramiento del patio. La luminaria 1 es la de tipo led de 50W, la 2 la de tipo led de 90W y la 3 la de vapor de sodio de 150W.



**Figura 8.** Plano de situación de las luminarias  
Fuente (Software DIALux)

**ANEXO 22: Superficie de cálculo 1 de iluminación perpendicular adaptativa**

En esta parte se realizó cálculos con respecto a la iluminación perpendicular de la superficie superior S1 del patio de pruebas, los cálculos se presentaron tanto de la iluminación general de esa superficie como de la iluminación mínima y máxima recomendada que debería tener esta superficie calculada.



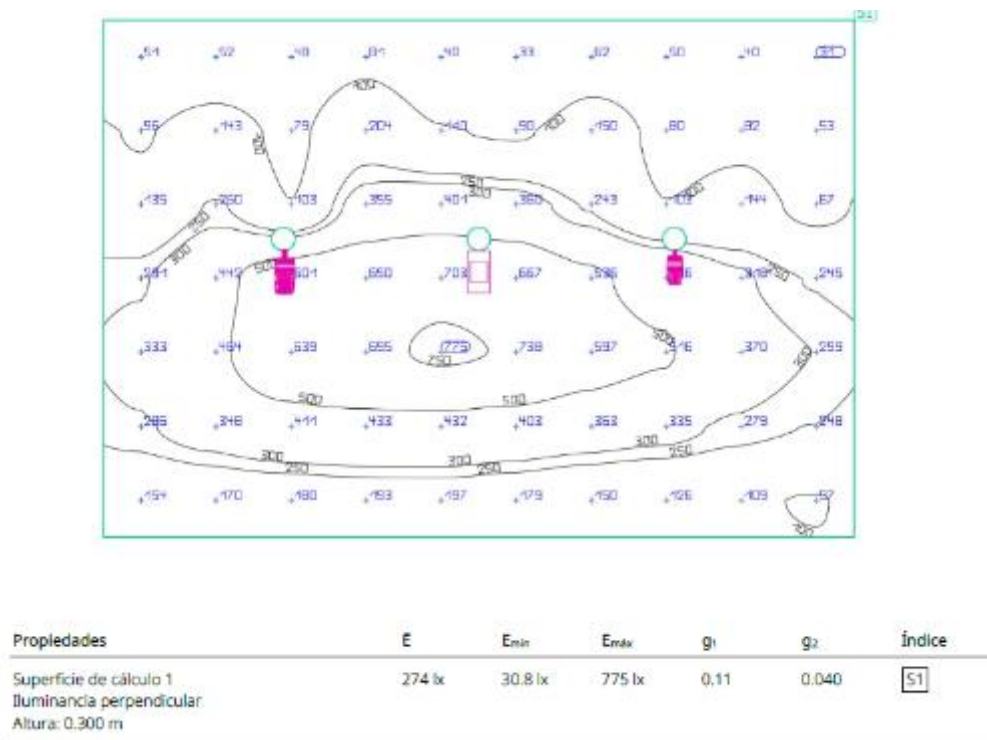
Propiedades	E	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	Índice
Superficie de cálculo 1	272 lx	14.9 lx	832 lx	0.055	0.018	51
Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)						
Altura: 0.300 m						

**Figura 9.** Cálculos de iluminación perpendicular de la superficie superior del patio

Fuente (Software DIALux)

## ANEXO 23: Superficie de cálculo 1 de iluminación perpendicular

En este apartado se realizó los cálculos con respecto a una iluminación perpendicular de la superficie superior del patio, de igual manera se calculó la iluminación general, mínima y máxima.

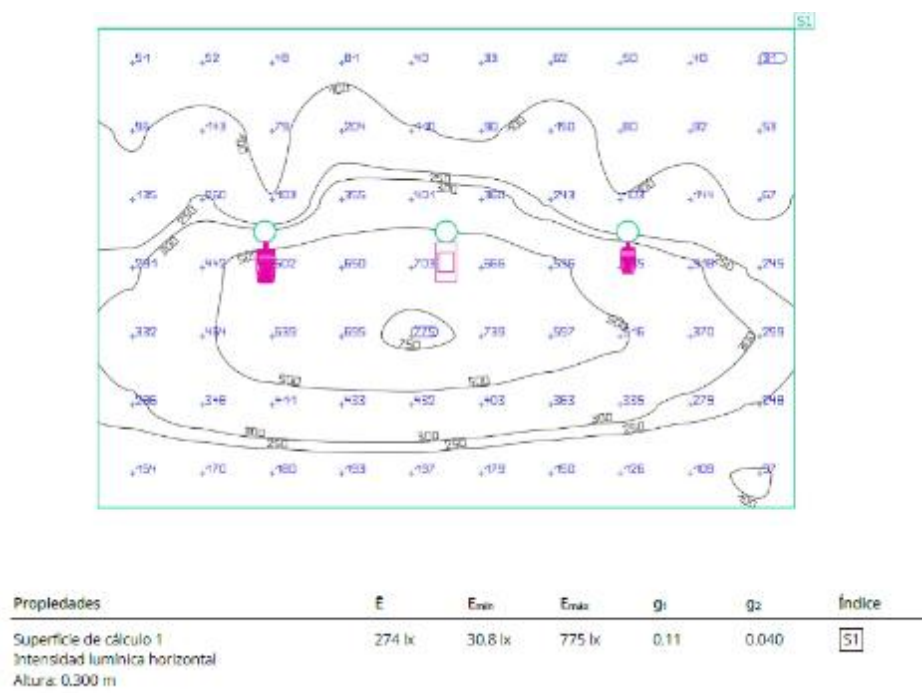


**Figura 10.** Cálculos de la iluminación perpendicular de la superficie S1 del patio

Fuente (Software DIALux)

## ANEXO 24: Superficie de cálculo 1 de intensidad luminosa horizontal

Aquí se está realizando los cálculos con respecto a la intensidad luminosa horizontal de la superficie superior del patio de pruebas.

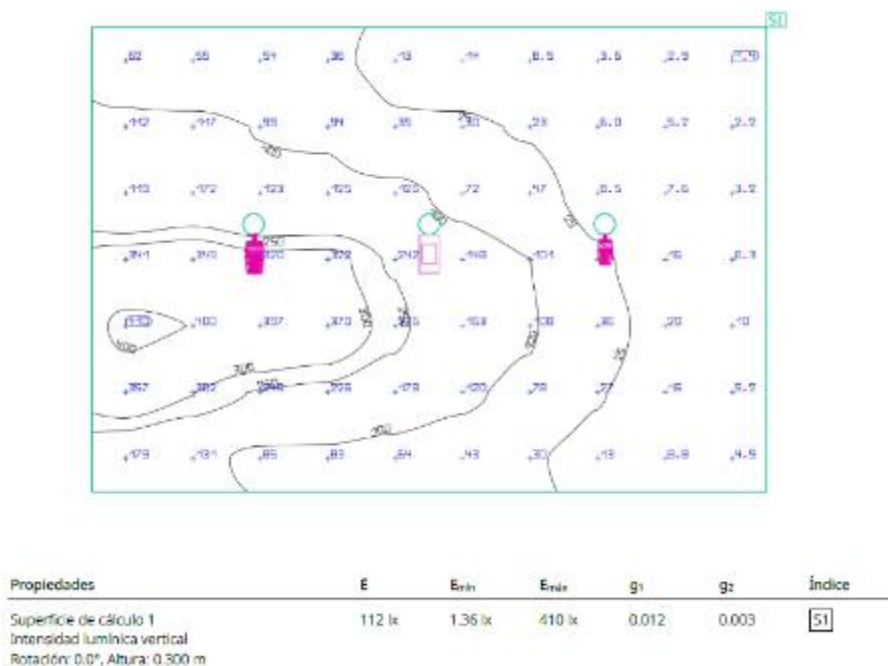


**Figura 25.** Cálculos de intensidad luminosa horizontal de superficie superior del patio

Fuente (Software DIALux)

## ANEXO 25: Superficie de cálculo 1 de la intensidad luminosa vertical

Se realizó los cálculos de la intensidad luminosa vertical de la superficie superior del patio de pruebas.

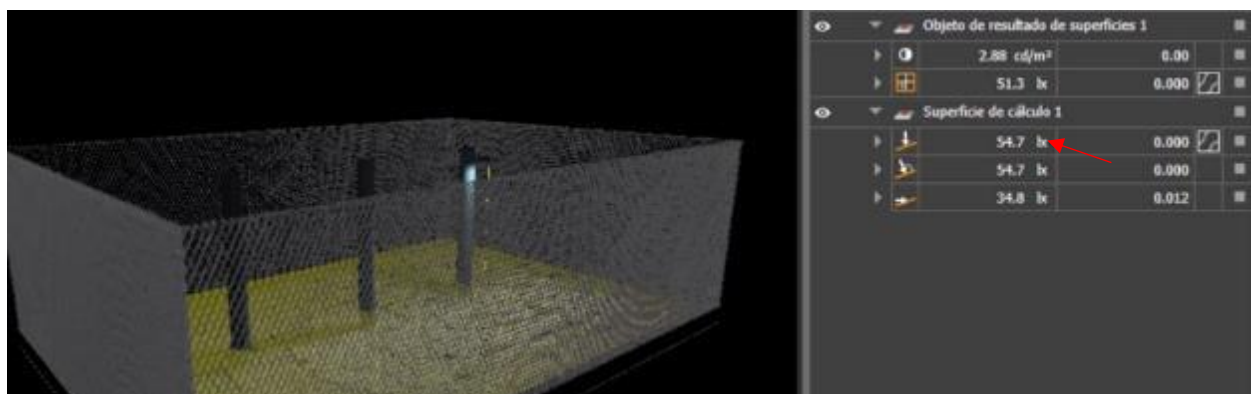


**Figura 26.** Cálculos de la intensidad luminosa vertical del patio de pruebas

Fuente (Software DIALux)

## ANEXO 26: Superficie de cálculo de luminaria tipo led de 50w individual

Aquí se realizó el cálculo de la iluminación que solo la luminaria led de 50W proporcionaba dentro de la superficie del patio de pruebas, como se puede apreciar en la Figura 27, el valor de la iluminación es de 54.7lx, los otros cálculos corresponden a iluminación perpendicular y vertical.

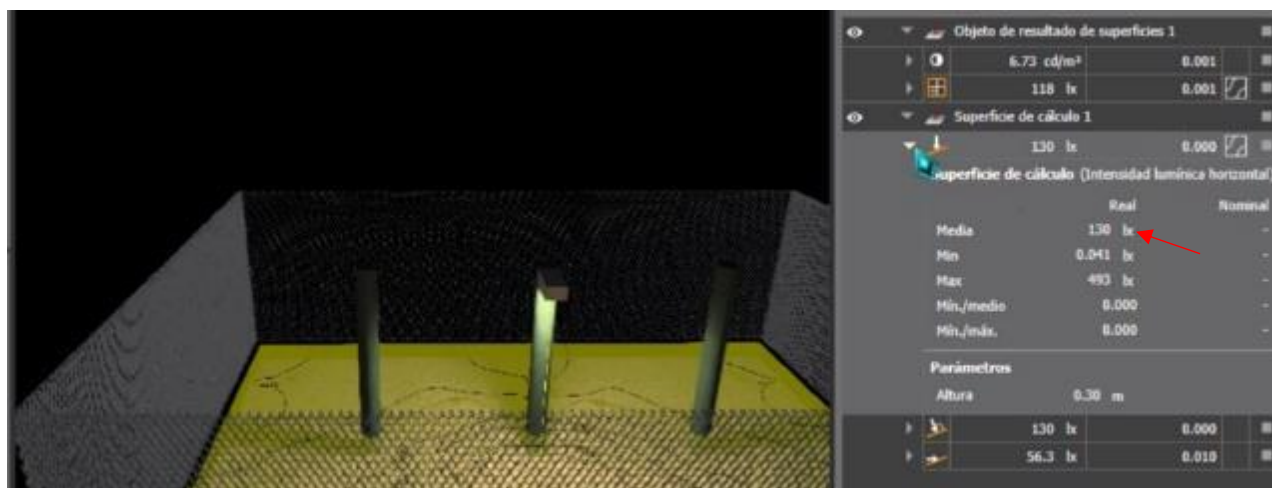


**Figura 27.** Cálculo de iluminación de luminaria individual tipo led de 50W

Fuente (Software DIALux)

## ANEXO 27: Superficie de cálculo de luminaria de sodio de 150w individual

Aquí se realizó el cálculo de la iluminación que solo la luminaria de sodio de 150W proporcionaba dentro de la superficie del patio, como se puede apreciar en la Figura 28, el valor de la iluminación es de 130lx, los otros cálculos corresponden a iluminación perpendicular y vertical.



**Figura 29.** Calculo de iluminación de la luminaria de sodio individual

Fuente (Software DIALux)

## ANEXO 28: Superficie de cálculo de luminaria tipo led de 90w individual

Aquí se realizó el cálculo de la iluminación que solo la luminaria led de 90W proporcionaba dentro de la superficie del patio de pruebas, como se puede apreciar en

la Figura 27, el valor de la iluminación es de 91lx, los otros cálculos corresponden a iluminación perpendicular y vertical.

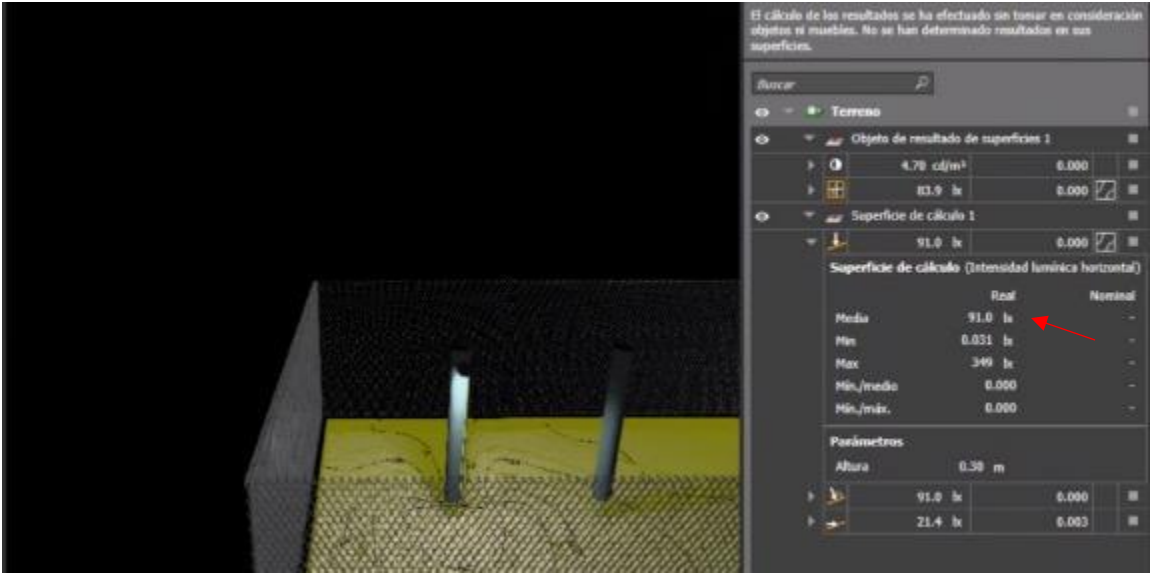


Figura 27. Calculo de iluminación de luminaria led de 90W individual

Fuente (Software DIALux)